



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño del canal de riego Chullas-Cuchichaca de la provincia de
Pomabamba de la región Ancash.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Chacaltana Viera, Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-5177-5768)

Culquitante Garcia, Julio Cesar (ORCID: 0000-0002-1370-1530)

ASESOR:

Dr. Acosta Sánchez, Luis Alberto (ORCID:0000-0003- 0332-2171)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

TRUJILLO – PERÚ

2019

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a Dios por darme la fortaleza de seguir luchando por lo que uno más desea.

A mi amada esposa Pamela Montaña por apoyarme en los momentos difíciles y los sacrificios que juntos pasamos, por ser uno de los pilares importantes en mi vida y brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente.

A mis pequeños Josué Namir y Gaela Oriana que son mi motor para seguir luchando por cada objetivo trazado.

A mis padres por impulsarme con valores y encaminarme por el buen sendero.

Julio Cesar Culquitante Garcia

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo.

Julio Cesar Culquitante Garcia

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos, de la Universidad César Vallejo de Trujillo, presento ante ustedes la tesis titulada: Diseño del canal de riego Chullas-Cuchichaca de la provincia de Pomabamba de la región Ancash. con la finalidad de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Agradecemos de manera muy especial por las sugerencias brindadas a lo largo del desarrollo del presente estudio. El trabajo se enfoca en el diseño del canal para que los agricultores del sector Chullas-Cuchichaca puedan tener un mejor sistema de riego para sus terrenos por ende tengan un mejor producto agrícola.

Luis Alberto Chacaltana Viera

Julio Cesar Culquitante Garcia

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PÁGINA DEL JURADO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Realidad problemática.....	1
1.1.1 Aspectos generales	3
1.2 Trabajos previos	5
1.3 Teorías relacionadas al tema	8
1.3.1 Obras hidráulicas en canales de riego	8
1.3.2 Rápida	16
1.3.3 Criterios técnicos para el diseño de un canal de regadío.....	18
1.3.4 Definición de términos.....	19
1.4 Formulación del problema	20
1.5 Justificación del estudio	21
1.6 Hipótesis.....	23
1.7 Objetivos	23
1.7.1 Objetivo General	23
1.7.2 Objetivos Específicos.....	23
II. MÉTODO	23
2.1 Diseño de investigación	23
2.2 Variable, operacionalización.....	24
2.2.1 Variable.....	24
2.2.2 Operacionalización de variable:	25
2.3 Población y muestra	26
2.3.1 Población.....	26
2.3.2 Muestra.....	26
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	26

2.4.1	Técnicas.....	26
2.4.2	Instrumentos:.....	26
2.4.3	Validez:	26
2.5	Métodos de análisis de datos.....	26
2.6	Aspectos éticos.....	26
III.	RESULTADOS.....	27
3.1	Levantamiento Topográfico.....	27
3.1.1	Generalidades.....	27
3.1.2	Área de estudio.....	27
3.1.3	Objetivos.....	28
3.1.4	Cartografía base y metodología.....	28
3.1.5	Resultados.....	30
3.2	Estudio de suelos.....	30
3.2.1	Estudio de Suelos.....	30
3.2.2	Descripción del proyecto.....	31
3.2.3	Determinación del número de calicatas y ubicación.....	32
3.2.4	Tipos de ensayo a ejecutar.....	32
3.3	Hidrología.....	35
3.3.1	Generalidades.....	35
3.3.2	Balace hídrico:.....	35
3.3.3	Estudio hidrológico.....	42
3.4	Diseño de canal.....	49
3.4.1	Diseño geométrico de canal.....	49
3.4.2	Diseño de obras de arte.....	57
3.5	Estudio de costos y presupuesto.....	69
IV.	DISCUSIÓN.....	73
V.	CONCLUSIONES.....	75
VI.	RECOMENDACIONES.....	76
VII.	REFERENCIAS.....	77
VIII.	ANEXOS.....	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1. Relaciones geométricas de las secciones transversales más frecuentes	10
Tabla N°2. “Según el tipo de material estas son las velocidades máximas sugeridas	11
Tabla N° 3. “Según el tipo de material corresponden los siguientes taludes (horizontal vertical)”	12
Tabla N° 4. “Valores de rugosidad de Manning	12
Tabla N°5. “Ancho de solera según el caudal”	13
Tabla N°6. “Borde libre con relación al caudal”	14
Tabla N°7. “Borde libre con relación al ancho de solera”	14
Tabla N°8. “Radio mínimo en canales en función al caudal”	15
Tabla N°9. “Radio mínimo en canales abiertos para $Q < 20 \text{ m}^3/\text{s}$ ”	15
Tabla N°10. “Pendiente admisible en función del tipo de suelos”.	16
Tabla N°11. “variable de operacionalización	25
Tabla N°12 Relación de BMs para el kilómetro.....	29
Tabla N°13 Descripción de calicatas.....	32
Tabla N°14 Promedio mensual.....	36
Tabla N°15 CÁLCULO DE LA ETP MEDIANTE LA FÓRMULA DE TRORNTHWAITE	36
Tabla N° 16 KC de cultivos según la FAO.....	37
Tabla N° 17 Ha sembradas con y sin proyecto.....	37
Tabla N° 18 Ha precipitación promedio desde 1999-2016	37
Tabla N°19 Balance hídrico para 90 ha de cultivo de Papa.....	38
Tabla N°20 Balance hídrico para 50 ha de cultivo de Maíz.....	39
Tabla N°21 Balance hídrico para 50 ha de cultivo de Arveja.	40
Tabla N°22 Caudal de diseño y balance hídrico	41
Tabla N°23 Caudal de diseño y balance hídrico	41
Tabla N°24 Distribución Gumbel, precipitación máxima por mes en un día	43
Tabla N°25- Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias	44
Tabla N°26 Intensidades de lluvia para diferentes tiempos de duración	45
Tabla N°27 Regresión	45
Tabla N°28 Regresión	46
Tabla N°29 Regresión	46
Tabla N° 30 Datos para el diseño del desarenador	58
Tabla N° 31 Diámetro de partículas en función a la caída	58
Tabla N 32 Diámetro de partículas en función a la turbina	58
Tabla N° 33 Resumen de velocidades	59
Tabla N° 34 Resumen de longitudes para altura de 1 m.....	59

RESUMEN

El proyecto se ubica en la región de Ancash, provincia de Pomabamba, distrito de Pomabamba en el sector Chullas y Cuchichaca; en la zona encontrar muchas tierras fértiles que solo son productivas en temporadas de lluvias. Los sectores que están más cercanos al río Mayu, siembran entre frutales y hortalizas las cuales producen todo el año; pero esto solo representa una pequeña fracción de las tierras útiles. En épocas de estiaje el agua que se ve en los canales de tierra y acequias, son celosamente custodiadas por la gente de alrededores, llegando a desencadenar conflictos entre usuarios.

El proyecto del canal de riego constituye la conducción del agua desde el río Mayu hacia los sectores Chullas y Cuchichaca. El presente diseño contempla una longitud de recorrido del canal de 6.000 kilómetros, que abarca desde la progresiva 0+000 que marca la compuerta de salida de la bocatoma de tipo tirolesa al canal, hasta la progresiva 6+000.

Para la elaboración de dicho proyecto se realizaron estudios topográficos, estudio hidrológico, estudios de mecánica de suelos, estudio de impacto ambiental, diseño geométrico del canal, costos y presupuestos.

El estudio topográfico nos reveló que el terreno de la zona es accidentado con pendientes transversales a eje del canal de 20% a 30% más.

El presupuesto total de la obra es S/. 2,143,778.63 dos millones ciento cuarenta y tres mil setecientos setenta y ocho con 63/100 soles.

Palabras claves: bocatoma tipo tirolesa, diseño geométrico del canal, estudio topográfico, estudio hidrológico.

ABSTRACT

The project is located in the Ancash region, Pomabamba province, Pomabamba district in the Chullas and Cuchichaca sector; in the area find many fertile lands that are only productive in rainy seasons. The sectors that are closer to the Mayu river, sow between fruit trees and vegetables which produce all year round; but this only represents a small fraction of the useful lands. In times of low water, the water that is seen in the land channels and ditches are jealously guarded by the surrounding people, leading to conflicts between users.

The irrigation canal project constitutes the conduction of water from the Mayu river to the Chullas and Cuchichaca sectors. This design contemplates a 6,000 kilometer length of the canal, which ranges from the progressive 0+000 that marks the exit gate of the Tyrolean-type water intake to the canal, to the progressive 6+000.

To prepare this project, topographic studies, hydrological studies, soil mechanics studies, environmental impact study, geometric design of the canal, costs and budgets.

The topographical study revealed that the terrain of the area is rugged with cross-sectional slopes to channel axis from 20% to 30% more.

The total budget for the work is S /. 2,143,778.63 two million one hundred forty-three thousand seven hundred seventy-eight with 63/100 soles.

Keywords: Tyrolean-type water intake, geometric design of the canal, topographic study, hydrological study.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

Según un informe de la Organización de las Naciones Unidas acerca de los recursos hídricos a nivel mundial, publicada el 2015 el agua es un recurso renovable y se distribuye en el planeta de la siguiente manera, el agua en los océanos en un 97%, el agua en estado sólido (forma de Hielo) principalmente como hielo en los polos en un 1.74%, aguas subterráneas y glaciares en los continentes en 1.72% y el sobrante 0.04% se distribuye entre lagos, atmosfera, ríos, seres vivos en el planeta y la humedad del suelo.

Sabiendo que el agua abundante en nuestro planeta se distribuye de esta forma, y sabiendo que el agua dulce que puede ser aprovechada en el planeta representa sólo el 0.04% bajo ciertas condiciones, debemos hacer conciencia, y aceptar el hecho que el agua, aunque abundante en el planeta, el agua aprovechable es un recurso escaso que como seres humanos necesitamos para nuestras actividades productivas. Ahora que hemos definido la distribución escasa del agua dulce en nuestro planeta es importante comprender lo que implica gestionar adecuadamente este recurso, teniendo en cuenta los impactos ambientales que conlleva su exportación, ya que el uso llegará a contaminar el medio ambiente, además de que esta explotación genera impactos, más allá de la simple contaminación el uso y el consumo ya impacta en la fauna y flora.

El ser humano desde que dejó de ser cazador y recolector para establecer ciudades se apoyó en la agricultura, siendo esta un motor en el desarrollo de la sociedad humana, siendo indispensable su acceso y su disponibilidad. El ser humano desde que aprendió a dar forma a herramientas cada vez más complejas buscó dar forma al mundo y aprovechar los recursos que este ofrecía, es así que aprendimos a encauzar el agua, para diversos fines, así empezó la humanidad a desarrollar técnicas que se transmitirían luego y se mejorarían generación a generación hasta nuestros días.

Hoy en día la Agricultura sigue siendo una actividad indispensable en la sociedad, y en esta actividad la construcción de canales y demás infraestructura de riego permite aumentar la producción y aprovechar tierras que antes no podían ser usadas para esta actividad. El uso correcto de la ingeniería para el diseño y construcción de obras hidráulicas es fundamental

para el uso adecuado de las tecnologías con el uso eficiente de los recursos con un impacto ambiental aceptable es fundamental hoy en día.

En el Perú se vienen construyendo canales desde épocas pre-incas, ya los Nazca hicieron reverdecer el desierto, y en los andes podemos encontrar represas pre-incas que desde ya nos dan una idea de lo bien desarrollada que estaba la técnica de construcción de infraestructura hidráulica. Es así que desde tiempos milenarios el hombre peruano se ha caracterizado por estar íntimamente ligado a la actividad agrícola, manteniéndose esta tendencia principalmente en la sierra, donde los campesinos dan mucha importancia al agua para la agricultura, y siendo esta hasta hoy en día el sustento básico de muchas familias alrededor de los Andes Peruanos.

La agricultura en el Perú registra un nivel bajo de desarrollo, el mismo que necesita incrementarse para poder aprovechar mejor las oportunidades que se están generando, estas oportunidades se dan por la apertura comercial (nuevos mercados) y el dinamismo de la economía interna. Las causas de este problema son:

Utilización no sostenible de los recursos naturales, que se puede degenerar en daños irreparables sobre su disponibilidad y los ecosistemas. El mal manejo de los recursos, esto puede ocasionar la erosión de terrenos de cultivo, y el manejo inadecuado del agua lo que no permite optimizar su uso.

“Normalmente la gestión de los canales de riego ha tenido una baja eficiencia. La cantidad de recurso hídrico que llega hasta los terrenos agrícolas es una pequeña fracción del caudal que sale desde las fuentes de suministro. Por otro lado, la actualización de los canales a una tecnología mejor suele mejorar la eficiencia tanto en conducción y en comodidad y uso del usuario.” (Litrico and Fromion, 2009)

En el sector Chullas y Cuchichaca podemos encontrar muchas tierras fértiles que solo son productivas en temporada de lluvias. Los sectores que están más cercanos a río Mayu, siembran entre frutales y hortalizas las cuales producen todo el año; pero esto solo representa una pequeña fracción de las tierras útiles. En épocas de estiaje el agua que se ve en los canales de tierra y acequias, son celosamente custodiadas por la gente de alrededores, llegando a desencadenar conflictos entre usuarios.

Los usuarios de los sectores Chullas y Cuchichaca ven en el río Mayu una poderosa fuente que puede llegar a beneficiar a más de 130 familias, si sólo tuvieran la infraestructura adecuada para este fin. Es así que la comunidad ha venido solicitando a la Municipalidad Provincial de Pomabamba la construcción del Canal Chullas-Cuchichaca, desde hace más de 20 años, encontrando poca ayuda en sus funcionarios de turno, quienes regalaron bolsas de cemento en alguna gestiones y tubos de pvc en otras. De este modo los usuarios del canal, mejoraron como pudieron el canal, sin poder llegar a incluir a todos los potenciales usuarios; por falta de recursos técnicos y financieros.

1.1.1 Aspectos generales

1.1.1.1 Aspectos físicos territoriales

1.1.1.1.1 Generalidades

El proyecto de investigación comprende la construcción del canal de riego que permita la conducción del agua desde el río Mayu hacia los sectores Chullas y Cuchichaca, mediante la construcción del proyecto que aquí proponemos se estará mejorando la producción, el número de campañas Agrícolas, y el número de hectáreas aptas para la producción agrícola.

1.1.1.1.2 Ubicación.

Ubicación geográfica.

La Provincia de Pomabamba comprende una de las 20 provincias de la región Ancash. La región Ancash comprende 166 distritos, por otro lado, la provincia de Pomabamba cuenta con 04 distritos, entre los que se encuentran: Pomabamba, Huayllan, Parobamba y Quinuabamba. Encontrándose los sectores Chullas y Cuchichaca dentro del distrito de Pomabamba.

Ubicación Política.

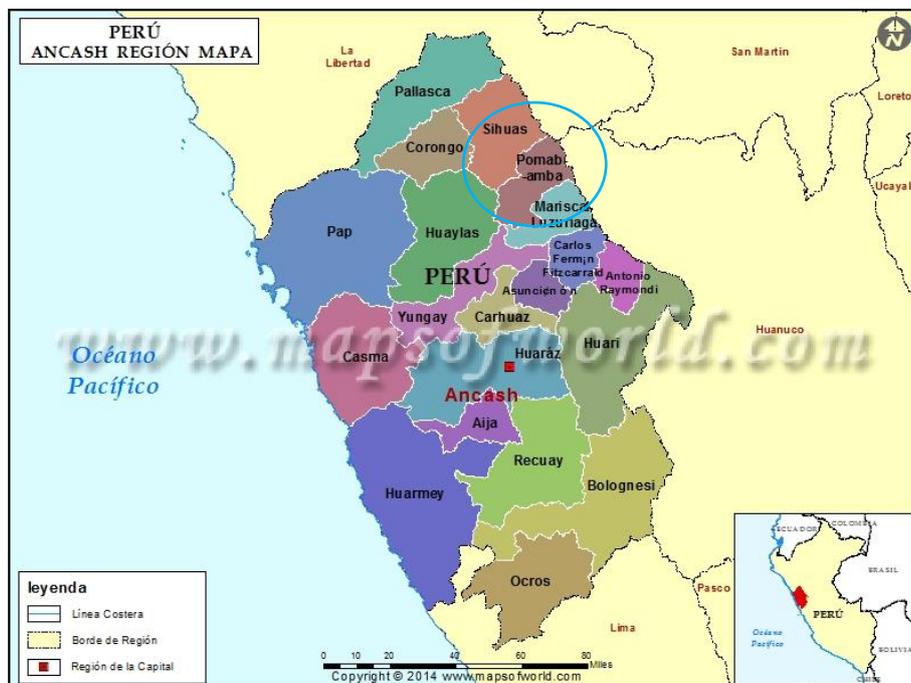
LUGAR : Chullas y Cuchichaca
DISTRITO : Pomabamba
PROVINCIA : Pomabamba
REGIÓN : Ancash.

Mapa del Perú – Departamento de Ancash



Fuente: Google

Departamento de Ancash – Provincia de Pomabamba.



Fuente: Google

Provincia de Pomabamba – Distrito de Pomabamba



Fuente: Google

1.2 Trabajos previos

Existen muchos trabajos previos sobre canales, sobretodo en el sector público ya que las municipalidades y gobiernos regionales dentro de sus políticas de desarrollo contemplan la implementación de infraestructura de riego enmarcado en los lineamientos del ministerio de agricultura (MINAGRI) El presente proyecto se fundamenta en el plan de desarrollo de la Municipalidad provincial de Pomabamba en la región Ancash. Esto con el objetivo de analizar alternativas de solución a la carencia de agua en épocas de estiaje en los sectores denominados Chullas y Cuchichaca.

Para el desarrollo del presente proyecto recopilamos información de estudios realizados en diversos centros universitarios del Perú y del mundo, por otro lado, la bibliografía de autores que han dedicado su tiempo a la investigación son un referente para nutrir de su experiencia el presente trabajo.

Dentro de las investigaciones revisadas podemos citar.

Baltodano y Morales (2015), en su trabajo de investigación denominada “diseño hidráulico de un canal de 1km de longitud” nos muestra un estudio que tiene como objetivo diseñar dicho canal que engloba la parte de la zona 2, 5, 6 y 11 del municipio de Sandino; encontrándose como resultados variaciones tanto en el ancho como en la profundidad de las secciones naturales. No obstante se verificó la velocidad del canal natural, la sección del mismo dando muy ancha para el caudal ya existente, concluyéndose un diseño más adecuado, siendo las dimensiones de la sección típica más acorde al caudal que recorre el canal de: 4 metros de base, el talud de la sección trapezoidal en un Angulo de 63.43 grados, El espejo de agua en la parte superior de la sección de 5.60 metros y finalmente un borde libre de 1 metro, es en esta sección trapezoidal donde se pretende que transite un caudal estimado de 57.17 m³/s. El diseño además implica el recubrimiento del canal el cual se recomendó fuera, concreto hidráulico de 210 Kg/cm² y el aspensor de losa de recubrimiento 15 centímetros.

Chan (2015), en su trabajo de investigación denominado “revisión de la capacidad y funcionamiento hidráulico de un canal mediante modelación numérica” Dicho estudio tiene como finalidad implantar criterios los cuales den luces de cuando y donde es recomendado utilizar el método de modelación numérica en base a la revisión del funcionamiento hidráulico, de la capacidad y el redimensionamiento de canales, aplicado en el canal principal Humuya; dando como resultados que el flujo uniforme permanente tiene puntos limitados en la ingeniería, puesto que es relevante realizar un control integral del sistema ante diferentes escenarios, puesto que se debe tomar en cuenta el efecto de las distintas estructuras de control, para lo cual no es suficiente un estudio de flujo permanente; además se debe abarcar la revisión en flujo transitorio para saber la velocidad de respuesta del canal por los distintos factores que influyen en su funcionamiento hidráulico. Por tanto se concluye que es fundamental el uso de software simulador numérico de flujo unidimensional a superficie libre de canales, como por ejemplo como “SIC²”, que se basa en el estudio del hidráulico y sus comportamiento así mismo la capacidad hidráulica que puede tener un canal de riego agrícola.

Córdova (2015) en su investigación denominada "mejoramiento del sistema hidráulico de riego del Caserío de Mossa" Nos dice que su proyecto de estudio tiene la finalidad de mejorar

el sistema de riego del caserío de Mossa, y así mejorar el canal que lleva agua hasta sus tierras agrícola mejorando la conducción, para que el consumo del caudal se vea beneficiado con un uso racional del recurso hídrico y pueda llegar a más usuarios. Los estudios realizados en la provincia de Morropon, donde los investigadores llegaron a definir las condiciones reales del sistema de riego del caserío Mossa, concluyendo que era necesario el mejoramiento 5.414 km de canal de sección rectangular, que incluye sus respectivas obras de arte, para dotar a los usuarios de infraestructura de riego adecuado a las necesidades de caudal y operación para tener un uso eficiente del recurso hídrico.

Ruiz (2017), en su investigación denominada “mejoramiento del canal chaquil-chicolon” Presentan el desarrollo del canal Chaquil Chiconlon, con la intención de mejorar la productividad de valle Llaucano Hualgayoc, Bambamarca, Cajamarca, construyendo infraestructura de riego adecuada para el lugar teniendo en cuenta los resultados de los estudios básicos como la hidrología, la topografía, y los estudios de suelos, para así desarrollar el trazo del canal en planta y perfil el cual cumple con los parámetros hidráulicos permisibles, sin presentar daños en la infraestructura, como erosión ni sedimentación.

Aredo y Valverde (2016), en su investigación denominada “mejoramiento y rehabilitación del canal de regadío Carabamba margen izquierda”, El presente estudio tuvo la finalidad de rehabilitar el canal para mejorar la eficiencia con que se entrega caudal través de la dotación de agua en el distrito de Carabamba. No obstante, la construcción de dicho canal permitirá canalizar el agua del río Carabamba y conducir a las zonas de cultivo que requieren el recurso hídrico mejorando de este modo el riego y aumentando la frontera agrícola de todo el sector.

Roldan (2017) en su investigación denominada “evaluación de las pérdidas de conducción en el canal la mora en el tramo de la progresiva (0+600 –1+600)” Este trabajo de investigación tiene como finalidad conocer los factores determinantes en las pérdidas de conducción del canal mora, que fue aplicado en Chimbote – Cascajal. Como resultados se observó que las pérdidas se dan por evaporación e infiltración, sin embargo, los datos de evaporación al ser mínimos son despreciables; por lo tanto, se pudo concluir que el factor predominante en las pérdidas de caudal corresponde a las pérdidas por infiltración representando estas el 25.08% de caudal.

Farfán (2014), en su investigación denominada “Diseño Del Sistema De Riego El Porvenir, Del Caserío El Porvenir, Distrito De Huarmaca – Huancabamba – Piura”, realizando una investigación descriptiva concluyendo que “De acuerdo al estudio topográfico, la zona de estudio presenta una inclinación accidentada y un suelo desértico cubierto de algarrobos”.

Costa (2018), en su investigación denominada “Diseño de la infraestructura del canal Pampas de Jahuey – caserío Pampas de Jahuey distrito de Ascope departamento de La Libertad” tuvo como finalidad el diseño de un canal de forma trapezoidal de 6669 m de recorrido longitudinal con un caudal según balance agronómico de 0.59 m³/s con un recubrimiento de 0.15m utilizando una rugosidad para el concreto $n=0.011$ con un presupuesto total de S/ 3 341 216.59 soles.

Llerena (2017), en su investigación denominada “Mejoramiento Del Sistema De Riego Del Canal Shumin – San Benito, Sector San Benito, Caserío De Coina, Distrito De Usquil – Otuzco – Ancash”, para ello utilizó el tipo de investigación descriptiva, llegando a la conclusión de que “El proyecto plantea captar las aguas del río Huacamochal a través de una captación en la cual pasará a un desarenador por medio de una tubería (zona donde se produce deslizamientos) para luego, posteriormente pasar a través de un canal de concreto con el objetivo de transportar los caudales hasta el destino de carga o distribución, esto de acuerdo al tipo de proyecto y teniendo en cuenta también las condiciones que permiten transportar el caudal necesario para abastecer a la demanda.

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Obras hidráulicas en canales de riego

1.3.1.1 Canales

Los canales son estructuras de formas diversas que conducen agua por gravedad y con presión cero porque el agua está en contacto con la atmósfera. (Villón, 2007 pág. 15).

1.3.1.2 Clasificación de canales según su función

- **Canal de primer orden.** – “son canales madre o de derivación, son construidos con pendiente mínima y generalmente son usados solo por un extremo debido a que casi siempre colindan con terrenos elevados”. (Manual ANA, 2010 pág. 6)
- **Canal de segundo orden.** – “son canales laterales los cuales se conectan con los canales madres y reparten sus caudales a los de tercer orden”. (Manual ANA, 2010 pág. 6)
- **Canal de tercer orden.** – “son denominados canales sublaterales los mismo que nacen de los canales de segundo orden y llevan el flujo a las propiedades individuales”. (Manual ANA, 2010 pág. 6)

1.3.1.3 Secciones transversales más frecuentes

1.3.1.3.1 Secciones abiertas.

Forma trapezoidal: “es usado para canales revestidos o canales sin revestir (tierra)”.

Forma rectangular: “se usa en canales de madera, piedra y canales revestidos”.

Forma triangular: “son usados en cunetas para carreteras, pequeños canales de tierra (surcos)”.

Sección parabólica: “son usados en canales revestidos; sin embargo, es la forma natural que toman los canales naturales y los de tierra antiguos”.

1.3.1.3.2 Secciones cerradas.

Sección circular y sección de herradura: usados normalmente en la construcción de alcantarillas y estructuras hidráulicas de grandes dimensiones.

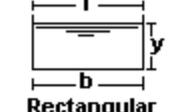
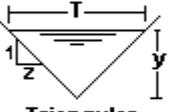
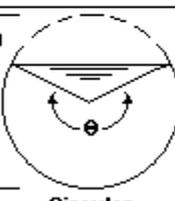
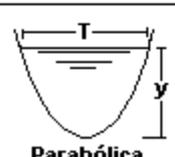
1.3.1.4 Elementos geométricos de la sección transversal de un canal.

Los elementos geométricos de la sección transversal de un canal son:

El tirante de agua es la altura máxima del agua de un canal, representado con la letra “y”; el ancho de la base del canal es conocido como solera o plantilla y es simbolizado con la letra “b”; la superficie libre del agua de un canal es conocida como espejo de agua y se representa

con la letra “T”; ancho de corona representado con la letra “c”, profundidad de canal representado con la letra “H”, bordo libre representado como “H-y”; la inclinación de las paredes laterales con respecto a la horizontal y está representado con la letra griega “Θ”; mientras que a la relación de la inclinación de las paredes laterales con respecto a la horizontal está representada con la letra “z”. Por lo tanto, “z” es el valor de la proyección horizontal y la vertical es la unidad (1).

Tabla N°1. Relaciones geométricas de las secciones transversales más frecuentes

Sección	Area hidráulica A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Espejo de agua T
 Rectangular	by	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	b
 Trapezoidal	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b+2zy$
 Triangular	zy^2	$2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$
 Circular	$\frac{(\theta - \text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta})\frac{D}{4}$	$(\text{sen}\frac{\theta}{2})D$ ó $2\sqrt{y(D-y)}$
 Parabólica	$\frac{2}{3}Ty$	$T + \frac{8y^2}{3T}$	$\frac{2T^2y}{3T+8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$

Fuente: Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte, CONCYTEC 1987.

1.3.1.5 Elementos básicos en el diseño de canales

1.3.1.5.1 Caudal

“El caudal es el parámetro inicial para el diseño de un canal parcelario, el caudal se calcula mediante el módulo de riego. Sin embargo, cuando el canal se usará para evacuar aguas pluviales estos se diseñan en base a los datos meteorológicos de la zona”. (Villón, 2007 pág. 6)

1.3.1.5.2 Velocidad media de los canales.

La velocidad promedio en los canales se suele calcular mediante la fórmula de Maning, la cual presento a continuación

$$v = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * s^{\frac{1}{2}}$$

“Para diseñar canales es muy importante considerar las velocidades, debido a que a velocidades mínimas pueden generar decantación de sólidos. Es decir, producción de depósitos de materiales en suspensión (efecto de sedimentación) y crecimiento de musgos u otras plantas. Sin embargo, velocidades muy altas generarían erosión en las paredes y fondo de canal”. (Ven Te, 2004 pág. 12)

“Para el diseño de canales de tierra (sin recubrimiento), resulta adecuado utilizar una velocidad media de 0.8 m/s. Velocidad que no favorece la sedimentación y crecimiento de vegetación, y que tampoco erosiona la estructura.”. (Manual ANA, 2010 pág. 15).

Tabla N°2. “Según el tipo de material estas son las velocidades máximas sugeridas”

Características de los suelos	Velocidades máximas (m/s)
Canales en tierra franca	0.60
Canales en suelos arcillosos	0.90
Canales revestidos con piedra y mezcla simple	1.00
Canales con mampostería de piedra y concreto	2.00
Canales revestidos con concreto	3.00
Canales en roca pizarra	1.25
Arena consolidadas	1.50
Roca dura, granito, etc.	3.00 a 5.00

Fuente: “Hidráulica de canales” (Villón, 2007).

1.3.1.5.3 Taludes

“Es la relación o proporción que existe entre la inclinación de las paredes laterales y la proyección horizontal. Esta inclinación es consecuencia de clase terreno entre otros factores; es decir, que mientras más inestable sea un suelo menor debe ser la inclinación”. (Villón, 2007 pág. 136)

Tabla N° 3. “Según el tipo de material corresponden los siguientes taludes (horizontal vertical)”

MATERIAL	CANAL POCO PROFUNDO	CANALES PROFUNDOS
Roca en buenas condiciones	Vertical	0.25 : 1
Arcilla compactas o conglomerados	0.5 : 1	1 : 1
Limos arcillosos	1 : 1	1.5 : 1
Limos arenosos	1.5 : 1	2 : 1
Arenas sueltas	2 : 1	3 : 1
Concreto	1 : 1	1.5 : 1

Fuente: “Aguirre Pe, Julián Hidráulica de canales, Mérida, Venezuela 1974”

1.3.1.5.4 Coeficiente de rugosidad (n).

“Los coeficientes de rugosidad usados en diseño de canales varían entre las distintas clases de materiales y según los autores; no obstante, generalmente el coeficiente utilizado para canales de tierra varía entre 0.015 y 0.030, mientras que para el concreto varía entre 0.013 y 0.015” (Villón, 2007 pág. 136)

Tabla N° 4. “Valores de rugosidad de Manning”

SUPERFICIE	n
POLIETILENO (PVC)	0.0070
MUY LISA, VIDRIO, PLÁSTICO, COBRE	0.0100
CONCRETO MUY LISO	0.0110
MADERA SUAVE, METAL CONCRETO RUGOSO	0.0140
CANALES DE TIERRA EN BUENAS CONDICIONES	0.0170
CANALES NATURALES DE TIERRA, LIBRE DE VEGETACIÓN	0.0200
CANALES NATURALES CON AGUNA VEGETACIÓN Y PIEDRA ESPARCIDA EN EL FONDO	0.0250
MAMPOSTERÍA SECA	0.0250
CANALES NATURALES CON ABUNDANTE VEGETACIÓN Y ROCAS	0.0350
ARROYOS DE MONTAÑA CON MUCHA PIEDRA	0.0400

Fuente: (Manual ANA, 2010 pág. 11) “Criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico”.

1.3.1.5.5 Ancho de solera (b).

“En necesario fijar un valor inicial de ancho de solera o base de canal, para facilitar el cálculo de las fórmulas de tirante de agua”, (Villón, 2007 pág. 137).

Tabla N°5. “Ancho de solera según el caudal”

Caudal Q (m3/s)	Ancho de solera b (m)
Menor de 0.10	0.300
Entre 0.10 y 0.20	0.500
Entre 0.20 y 0.40	0.750
Mayor de 0.40	1.000

Fuente: “Hidráulica de canales” (Villón, 2007 pág. 137)

1.3.1.5.6 Borde libre (B. L.)

“Se denomina borde libre al espacio vertical superior del canal hasta el espejo de agua, su función y correcto diseño debe garantizar que las ondas en la superficie del agua no rebosen sobre el canal” (Ven Te, 2004 pág. 156)

$$BL = H - y$$

“Existen diversas formas para el cálculo del borde libre, lo usual en canales de tierra es dejar un borde libre equivalente a la tercer parte del tirante de agua como vemos a continuación:”:
(Ven Te, 2004 pág. 156)

$$BL = y/3$$

“De igual manera, para canales revestidos es usual emplear como borde libre el quinto del tirante de agua como se observa a continuación”: (Ven Te, 2004 pág. 156)

$$BL = y/5$$

Tabla N°6. “Borde libre con relación al caudal”

Caudal Q (m³/s)	Borde libre (m)
Menores que 0.50	Hasta 0.30
Mayores que 0.50	Hasta 0.40

Fuente: “Hidráulica de canales” (Villón, 2007 pág. 139)

Tabla N°7. “Borde libre con relación al ancho de solera”

Ancho de solera (m)	Borde libre (m)
hasta 0.8	0.40
de 0.8 a 1.5	0.50
de 1.5 a 3.0	0.60
de 3.0 a 20.0	1.00

Fuente: “Hidráulica de canales” (Villón, 2007 pág. 139).

1.3.1.5.7 Radios mínimos en canales.

“Para los cambios bruscos de dirección en el diseño de canales se usan curvas, los radios de estas curvas no deben ser muy grandes debido a que el ser más grandes no significa un ahorro de energía o que sea hidráulicamente eficiente, más por el contrario su ejecución resulta ser más costosa; por lo tanto, resulta necesario determinarse radios mínimos.” (Manual ANA, 2010 pág. 8)

Estos radios mínimos varían entre diversos autores, algunos son los siguientes:

Tabla N°8. “Radio mínimo en canales en función al caudal”

Capacidad del canal	Radio mínimo
Hasta 10.0 m ³ /s	3.0 * ancho de la base
De 10.0 a 14.0 m ³ /s	4.0 * ancho de la base
De 14.0 a 17.0 m ³ /s	5.0 * ancho de la base
De 17.0 a 20.0 m ³ /s	6.0 * ancho de la base
De 20.0 m ³ /s a mayor	7.0 * ancho de la base
Los radios mínimos deben ser redondeados hasta el próximo metro superior	

Fuente: "International Institute For Land Reclamation And Improvement" ILRI, Principios y Aplicaciones del Drenaje, Tomo IV, Wageningen The Netherlands 1978.

Tabla N°9. “Radio mínimo en canales abiertos para $Q < 20$ m³/s”

Capacidad del canal	Radio mínimo
20.00 m ³ /s	100.00 m
15.00 m ³ /s	80.00 m
10.00 m ³ /s	60.00 m
5.00 m ³ /s	20.00 m
1.00 m ³ /s	10.00 m
0.50 m ³ /s	5.00 m

Fuente: “Ministerio de Agricultura y Alimentación, Boletín Técnico N° 7, Lima 1978”.

1.3.1.5.8 Pendiente.

“La pendiente del canal o llamada también pendiente longitudinal de base de canal se encuentra afecta por diversos factores, entre los cuales tenemos la topografía del terreno, la presión o energía necesaria para el flujo de agua y/o la finalidad de uso del canal. Así por ejemplo, para canales de abastecimiento de agua, canales parcelarios o de irrigación, minería o incluso para centrales hidroeléctricas se utilizan pequeñas pendientes para evitar las pérdidas debido a que en los puntos de entrega se requieren caudales elevados”. (Ven Te, 2004)

Tabla N°10. “Pendiente admisible en función del tipo de suelos”.

Tipo de Suelos	Pendientes (S) (%)
suelos sueltos	0.50 – 1.00
suelos francos	1.50 – 2.50
suelos arcillosos	3.00 – 4.50

Fuente: “Hidráulica de canales” (Villón, 2007 pág. 140)

1.3.1.5.9 Elección de espesor de revestimiento.

“Para revestimiento sin armadura se puede usar de 5 – 7.7 cm de espesor para canales pequeños o medianos; y entre 10 – 15 cm de espesor para canales medianos a grandes”, (Manual ANA, 2010 pág. 16).

1.3.2 Rápida

“La rápida es una estructura cuya función es unir dos tramos de un canal que tienen un desnivel pronunciado en una distancia corta”, (Villón Béjar, 2005).

1.3.2.1 Elementos de un rápida

1.3.2.1.1 Transición.

“Estructura de la rápida cuya finalidad es unir mediante un estrechamiento continuo la sección hidráulica del canal”, (Villón Béjar, 2005).

1.3.2.1.2 Sección de control.

“En esta parte de la rápida empieza la pendiente elevada de la estructura, es decir el comportamiento del flujo es supercrítico. Por la razón de conformación de la rápida es necesario mantener pendientes mayores a las de un régimen crítico, por ello en estas estructuras el flujo es supercrítico”, (Villón Béjar, 2005).

1.3.2.1.3 Canal de la rápida.

“Es sección que une la trayectoria con la sección anterior o de control, esta sección puede tener más de una pendiente dependiendo de la topografía del terreno. Su forma puede ser trapezoidal o rectangular”, (Villón Béjar, 2005).

1.3.2.1.4 Trayectoria.

“Corresponde a la estructura de unión de la última pendiente de la rápida con la inclinación del colchón amortiguador, en una curva vertical de forma parabólica. Es necesario diseñarla de tal manera que el agua esté siempre en contacto con la base del canal y sin vacíos; por lo tanto cuando los cálculos se realizan con el valor completo de la aceleración de la gravedad aumenta los vacíos del fondo y afectan la conductividad y eficiencia del canal; es por ello, que es recomendable usar valores inferiores de aceleración de la gravedad o aumentar la velocidad media para que consecuentemente el agua se adhiera a la base del canal ”, (Villón Béjar, 2005).

1.3.2.1.5 Poza disipadora

“Esta estructura tiene la función de aminorar la energía cinética acumulada en la estructura de la rápida por medio del resalto hidráulico, su profundidad y largo depende de la energía cinética”, (Villón Béjar, 2005)

1.3.2.1.6 Transición de salida

“Su función es la conexión de la poza disipadora con el segundo tramo del canal (agua abajo)”, (Villón Béjar, 2005)

1.3.2.1.7 Zona de protección

“Generalmente en canales de tierra pueden protegerse con mampostería por el flujo supercrítico y las velocidades en estas estructuras.”, (Villón Béjar, 2005)

1.3.3 Criterios técnicos para el diseño de un canal de regadío.

1.3.3.1 Topografía.

“La topografía es una ciencia aplicada que, basada en principios, métodos y herramientas, permite la representación gráfica de formas naturales y artificiales en la superficie terrestre, así como la determinación del estado relativo o absoluto de puntos de la Tierra. Los procedimientos para obtener una representación gráfica se denominan levantamientos topográficos y el producto se denomina plano, que incluye la proyección de puntos de relieve en un plano horizontal que proporciona un plano del área levantada. La investigación implica descargar o capturar datos que se utilizarán para desarrollar un plano.”. (Jimenez, 2007 pág. 1)

1.3.3.2 Mecánica de suelos.

“La mayoría de las clasificaciones de suelos utilizan pruebas muy simples para obtener la clasificación de suelos requerida para designar un grupo específico. Las principales propiedades de ingeniería comúnmente utilizadas en varias clasificaciones son la distribución del tamaño de partículas, los límites de Aterberg, C.B.R y el contenido de materia orgánica.”. (Muelas, 2010 pág. 3)

1.3.3.3 Hidrología.

“Parte de la sedimentación termina inmediatamente, otra se evapora y el resto va al suelo. Por lo tanto, los elementos de drenaje deben diseñarse para transportar o desviar el agua de lluvia para evitar el desborde de la carretera, el debilitamiento de la estructura de la carretera y la erosión o el colapso de la pendiente.”. (Villón, 2002 pág. 3)

1.3.3.4 Gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental.

“Este documento es un marco conceptual para el proceso de EIA, y se entiende como una herramienta preventiva que combina la dimensión ambiental, nuevas actividades humanas y modificaciones de trabajos y actividades existentes. Se prepara una discusión previa de diversas actividades humanas.”. (Espinoza, 2007 pág. 3).

1.3.3.5 Hidráulica de Canales.

“El diseño del sistema de riego y drenaje incluye un conjunto de obras y estructuras de protección que recolectan, manejan, distribuyen, usan y drenan el agua para proporcionar la humedad necesaria para el cultivo de manera apropiada y controlada para su desarrollo”. (Villón, 2007 pág. 2).

1.3.3.6 criterios de diseños de obras hidráulicas.

En un proyecto de riego, la parte definida por el enfoque hidráulico es de gran importancia para su concepto, ya que define las estrategias de operación del sistema de riego (cuenca, conducción - canal abierto o presión - regulación). Para desarrollar el enfoque de proyecto hidráulico, es necesario implementar los proyectos e infraestructura que se identifican en la etapa de campo; Conductos, obras de arte (fontanería, kayaks, cloacas, accesos laterales, etc.), obras especiales (tanques, trampas de arena, túneles, sifones, etc.). (Manual ANA, 2010 pág. 6).

Perú tiene un gran acceso a los recursos hídricos con casi 106 cuencas fluviales y una población per cápita de 77,600 m³, la más alta de América Latina. Los Andes dividen al Perú en tres cuencas naturales: (1) la cuenca del océano Pacífico con 53 ríos, (2) la cuenca del océano Atlántico que contiene 32 ríos y (3) la cuenca del Titicaca que contiene 13 ríos. (Wikipedia, 2017).

1.3.4 Definición de términos.

1.3.4.1 Canal de riego.

Es la estructura hidráulica cuya función es llevar el recurso hídrico hasta la parcela agrícola.

1.3.4.1.1 Canal madre.

Es el canal principal el cual alimenta a otros canales.

1.3.4.1.2 Pendiente.

En canales la pendiente se entiende como el desnivel que existe entre dos puntos en un tramo de canal.

1.3.4.1.3 Canal de derivación.

Es el canal que parte desde un canal madre, derivando una cantidad determinada de caudal.

1.3.4.2 Obra de arte.

Se llama así a aquellas estructuras que forman parte de un todo más grande y por tanto su diseño tiende a repetirse en el desarrollo del canal, ejemplo rápido, alcantarillas, etc.

1.3.4.2.1 Rápida.

Es aquella estructura que se utiliza para salvar un desnivel importante, y se diseña una caída con una pendiente que supera el máximo permitido, su longitud suele ser corta.

1.3.4.2.2 Poza disipadora.

Es una estructura que busca disminuir la energía del agua en el canal, se la ubica por lo general luego de una rápida.

1.3.4.2.3 Pase aéreo.

Se le llama así a la estructura que permite salvar un accidente geográfico.

1.4 Formulación del problema

¿Qué características deberá tener el diseño del canal de riego Chullas-Cuchichaca de la provincia de Pomabamba de la región Ancash?

1.5 Justificación del estudio

Justificación tecnológica.

El estudio “diseño del canal de riego chullas - Cuchichaca de la provincia de Pomabamba de la región Áncash” de se justifica porque en la actualidad la junta de usuarios del canal Chullas Cuchichaca viene desarrollando un sistema de riego rudimentario por medio de acequias, que se erosionan por pendientes pronunciadas, que no llegan a suplir la necesidad de caudal para todos los usuarios, por altos índices de infiltración y pérdidas de caudal. El presente estudio propone la implementación de tecnologías y técnicas para hacer más óptimo el uso del agua, suplir las necesidades mínimas de caudal de todos los usuarios y durante todo el año, además del incremento de la frontera agrícola.

Justificación social.

El “diseño del canal de riego chullas-Cuchichaca de la provincia de Pomabamba de la región Áncash” tiene como objetivo proponer una alternativa de solución al problema de estrés hídrico que se sufre en el sector Chullas-Cuchichaca, por medio de un canal de riego que capte las aguas del Río Mayu de la provincia de Pomabamba, buscando de este modo ofertar el recurso Hídrico durante todo el año, y para toda el área apta para la siembra (incremento de la frontera agrícola) dando lugar al aumento de la producción agrícola y pecuaria de la zona, conllevando a un incremento de la economía de los usuarios quienes podrán disponer del recurso hídrico durante todo. Conllevando directamente a la mejora de la producción y al desarrollo económico de la zona, quienes podrán aprovechar hasta dos campañas agrícolas de cultivos como maíz, arvejas, papas, además de la siembra de pastos mejorados para la producción pecuaria.

Justificación ambiental.

El proyecto “diseño del canal de riego chullas-cuchichaca de la provincia de Pomabamba de la región Áncash” Es amigable con el medio ambiente, ya que gracias a la tecnología de revestimiento se disminuirá drásticamente las pérdidas de caudal por infiltración que suelen erosionar suelos, además gracias a las mejoras en las pendientes del canal se pretende conseguir velocidades óptimas de conducción para evitar desbordes del canal en épocas de avenida.

Justificación económica.

El presente estudio pretende sentar las bases para que los usuarios del canal Chullas-Cuchichaca puedan mejorar y aumentar su producción Agrícola y pecuaria, de tal modo que el costo de inversión propuesto pueda ser recuperado en los años siguientes con el incremento de la producción.

Justificación Teórica

El presente estudio tiene el fin de plantear un diseño funcional bajo las directrices técnicas propuestas por la Autoridad Nacional Del Agua, y técnicas de ingeniería para lograr un diseño que optimice el uso del agua según la cantidad de hectáreas que el proyecto pretende abarcar, un diseño que optimice la eficiencia de conducción, el uso de recursos económicos además de lograr ampliar la frontera agrícola y la disponibilidad del recurso hídrico a lo largo del año. Para la junta de regantes del canal Chullas-Cuchichaca de la provincia de Pomabamba de la región Anchas.

Justificación Práctica

Este trabajo de investigación tiene la finalidad de dimensionar el diseño de bocatoma, obras de arte y línea de conducción del canal de riego Chullas-Cuchichaca de la provincia de Pomabamba de la región Anchas. A fin de presentar una alternativa de solución para poder ampliar la frontera agrícola y aumentar la producción también con la ampliación a dos campañas agrícolas por año, mediante la disponibilidad de todo el año del recurso hídrico.

Justificación Metodología

La justificación metodológica del presente estudio se justifica porque las variables del estudio utilizan instrumentos que fueron creados teniendo en cuenta las dimensiones correspondientes y tuvieron que pasar un proceso de validación, para así ser confiables.

1.6 Hipótesis

Las características técnicas para diseño del canal de riego Chulas-Cuchichaca de la provincia de Pomabamba de la región Áncash cumplen las normas técnicas establecidas por la Autoridad Nacional del Agua y normas vigentes del reglamento nacional de edificaciones.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo General

Realizar el diseño del canal de riego Chullas-Cuchichaca de la provincia de Pomabamba de la región Ancash.

1.7.2 Objetivos Específicos

- Realizar el estudio básico de topografía.
- Realizar los estudios básicos de mecánica de suelos.
- Realizar los estudios básicos de hidrológicos.
- Realizar el diseño geométrico e hidráulico del canal.
- Realizar el cálculo de costos y presupuesto del proyecto.

II. MÉTODO

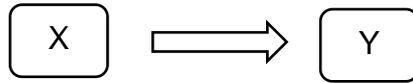
2.1 Diseño de investigación

Dice (Murillo, 2008, p.2) cuando habla acerca de las investigaciones aplicadas: Se llama también "investigación empírica o práctica", la cual tiene como caracteriza el uso aplicado del conocimiento adquirido.

Según (Sampieri, 2010, p.111) las investigaciones con características de diseño experimental, suelen ser estudios que no manipulan deliberadamente las variables.

Por tanto, la presente tesis es de carácter no experimental porque manipula las variables.

NO EXPERIMENTAL, DESCRIPTIVO



Dónde:

X : “El área de influencia donde se pretende realizar el proyecto y sus moradores”.

Y : “Son los datos recopilados para el proyecto”

2.2 Variable, operacionalización

2.2.1 Variable

Diseño del canal de riego Chullas-Cuchichaca de la provincia de Pomabamba de la región Ancash.

Definición:

El diseño de un canal viene a ser la aplicación de técnicas y normas que permiten optimizar el uso de recursos, mediante un correcto dimensionamiento de las obras de arte y la ubicación en el espacio de los elementos geométricos del canal, para aprovechar eficientemente las tierras que puedan llegar a ser afectadas por el proyecto, de este modo aumentando la frontera agrícola y aprovechando el recurso hídrico, todo ello de la mano de un correcto dimensionamiento: Para lograr dicho objetivo tenemos que apoyarnos en otros estudios que permitan sentar las bases para elaborar el diseño:

- Topografía, brinda información gráfica y numérica de las formas del terreno, su dimensión, su superficie y sus accidentes geográficos.
- Estudio de Mecánica de Suelos se determinará las características físico-mecánicas y químicas; así como las condiciones naturales del terreno de fundación.
- Estudio Hidrológico, Permite conocer la máxima avenida en un periodo determinado de años de la fuente de agua en este caso el río Mayu, lo cual nos permite diseñar para dicho caudal, para prevenir la destrucción del canal y asegurar su duración en el tiempo.
- El diseño geométrico del canal, comprende la aplicación de los parámetros establecidos por la autoridad nacional del agua (ANA) y las normas técnicas vigentes.
- El estudio de Impacto Ambiental: Determina los impactos que conllevará la construcción del canal, sean estos positivos o negativos.
- Costos y Presupuesto: Es el costo estimado en base a metrados y costos unitarios de lo que conllevará la construcción del canal.

2.2.2 Operacionalización de variable:

Tabla N°11. “variable de operacionalización”.

Variable	definición Conceptual	Definición Operacionalización	Dimensiones	Indicadores	Unidad de Medida
“Diseño del canal de riego Chullas-Cuchichaca de la provincia de Pomabamba de la región Ancash”	El diseño de un canal viene a ser la aplicación de técnicas y normas que permiten optimizar el uso de recursos, mediante un correcto dimensionamiento de las obras de arte y la ubicación en el espacio de los elementos geométricos del canal, para aprovechar eficientemente las tierras que puedan llegar a ser afectadas por el proyecto, de este modo aumentando la frontera agrícola y aprovechando el recurso hídrico, todo ello de la mano de un correcto dimensionamiento	El diseño del canal se conseguirá aplicando las normas técnicas y reglamentos vigentes en el Perú, además este diseño se apoyará en los estudios: Topográfico, de mecánica de suelos e hidrológico, además el uso del software como herramienta de apoyo, permitirá un diseño adecuado para las técnicas y tecnologías vigentes al día de hoy. <i>Elaboración propia</i>	Levantamiento Topográfico	Trazo longitudinal	m
				Perfil longitudinal	m
				Vista en Planta y Secciones	m ²
			Tercerización de Estudio de Mecánica de Suelos	Granulometría	%
				Límite de Consistencia	%
				Contenido de humedad	%
			Hidrología	SUCS Y AASHTO	%
				Balance hídrico.	m ³ /s
			Diseño geométrico del Canal	Estudio Hidrológico.	m ³ /s
				Elementos de Diseño Geométrico, Trazo, Alineamiento, perfil longitudinal y secciones transversales	m, km
				Parámetros Básicos de Diseño	km/h
			Elaboración de Análisis de Costos y Presupuestos	Metrado	m,m ² ,m ³
				Costo Directo	S/.
				Costo Indirecto	S/.
G.G	S/.				
Sub Total	S/.				
IGV	%				
	Total	S/.			

Elaboración propia

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población

La población está conformada por el total de usuarios del canal de riego Chullas-Cuhichaca de la provincia de Pomabamba de la región Ancash.

2.3.2 Muestra

La muestra será el diseño del canal de riego Chullas-Cuhichaca de la provincia de Pomabamba de la región Ancash.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1 Técnicas

Observación.

Recolección de muestras.

Recolección de información con equipo topográfico.

Recopilación de información climatológica.

Procesamiento de datos mediante software.

2.4.2 Instrumentos:

Guía de observación.

Estación total.

Herramientas manuales.

2.4.3 Validez:

Se recolectarán datos mediante guías de observación, se utilizarán estaciones totales para el estudio topográfico además de otros equipos menores. Para el EMS se utilizará herramientas y equipos para realizar ensayos a las muestras de suelos.

2.5 Métodos de análisis de datos

“Para procesar con mayor precisión y velocidad los datos se usarán programas especializados para estos procesos como son AutoCAD, AutoCAD Civil 3D, Canales, Rápidas, S10, Ms Project”.

2.6 Aspectos éticos

El proyecto de tesis reflejará nuestra honestidad y compromiso, con la universidad, como con la Municipalidad provincial de Pomabamba.

III.RESULTADOS

3.1 Levantamiento Topográfico.

3.1.1 Generalidades.

El estudio topográfico en el diseño de un canal de riego es una de las piedras angulares del diseño, en este trabajo de investigación, se llegó a desarrollar los planos topográficos, con intención de describir gráficamente el relieve y peculiaridades de la superficie terrestre, además de dejar anotado los trazos respectivos del canal, que estarán conformados por la línea de conducción, bocatoma, así como obras de arte que ayuden a salvar desniveles o cambios e pendiente en la sub-rasante del diseño.

3.1.2 Área de estudio.

3.1.2.1 Proyecto.

La presente tesis denominada “Diseño del canal de riego Chullas-Cuchichaca de la provincia de Pomabamba de la región Ancash”. Se realizó con la finalidad de incrementar la frontera agrícola además de dotar de un incremento en el caudal de riego que reciben los usuarios del canal en los meses de estiaje.

Imagen N° 1 Área de suelos a regar.



Imagen satelital obtenida de google Earth

3.1.2.2 Descripción del proyecto.

Nuestra tesis desarrolla el diseño del canal de riego Chullas-Cuchichaca de la provincia de Pomabamba de la región Ancash, el cual tiene como elementos de diseño, una bocatoma tirolesa, Línea de conducción de canal cerrado y diversas obras de arte. El presente diseño contempla una longitud de recorrido del canal unos de 6.000 kilómetros de canal, que abarca desde la progresiva 0+00 que marca la compuerta de salida de la bocatoma de tipo tirolesa al canal, hasta la progresiva 6+000.

Obras Generales:

- Bocatoma de tipo tirolesa ubicada en la cuenca denominada Chullas 3340.43 msnm.
- Línea de canal desde la captación hasta la progresiva 6+000.
- Como Obras de arte tenemos un desarenador, aliviadero lateral, pozas disipadoras y compuertas de derivación laterales.

3.1.3 Objetivos.

3.1.3.1 Objetivo principal:

- Como Objetivo principal del estudio topográfico es conocer la fluctuación de nivel del terreno y sus características morfológicas, mediante la esquematización de curvas de nivel, método ampliamente utilizado en el diseño de canales y otros estudios de ingeniería. Con la ayuda gráfica, se podrá diseñar adecuadamente los diferentes componentes del canal, desde las pendientes más adecuadas, obras de arte hasta el cálculo del movimiento de tierras, que ayudará a presupuestar el costo del diseño propuesto.

3.1.3.2 Objetivos específicos:

- Esquematizar el terreno y generar los diferentes planos topográficos.

3.1.4 Cartografía base y metodología.

Para el geo-posicionamiento correcto, se utilizó GPS para determinar una coordenada, a cuál fue marcada como BM principal, para geo posicionar todo el diseño del canal.

La lista de todos los BM marcados y los puntos tomados se presentan en los anexos.

Metodología:

- Con ayuda de un GPS GARMIN se determinaron dos puntos que fueron usados de referencia para georeferencia el levantamiento topográfico, posteriormente se procedió con la radiación mediante poligonal abierta con estación total.
- El sistema de posicionamiento usado para el estudio de topografía será Datum WGS 84, la proyección que se utilizará será la Universal Transversal de Mercator (UTM) en la zona 18S, según las cartillas del IGN.
- El trabajo de levantar puntos topográficos en campo se realizó aproximando una distancia de 10 m al eje.

Tabla N°12 Relación de BMs para el kilómetro.

CUADRO DE BM'S			
NORTE	ESTE	ELEVACION	DESCRIPCION
9023507.63	226208.396	3340.4385	BM1
9023517.09	226208.158	3340.349	BM2

CUADRO DE BM'S			
NORTE	ESTE	ELEVACION	DESCRIPCION
9024568.03	227189.575	3334.968	BM3
9024555.06	227344.644	3335.0908	BM4
9024572.65	227120.881	3335.148	BM5
9024513.65	227550.831	3335.99	BM6

Fuente: "elaboración propia".

Instrumentos en el levantamiento topográfico

Como herramientas para hacer el levantamiento topográfico se utilizó una estación total con sus accesorios y un GPS.

Estación total:

- Marca : Topcom
- Serie : GTP 7500

GPS:

- GPS GARMIN : Oregon 550

Herramientas complementarias:

- Prismas.
- Trípode.
- Winchas.

3.1.4.1.1 Procesamiento de datos

Para el procesamiento de datos se utilizó el software AutoCAD Civil 3D 2016, bajo los siguientes parámetros:

- COORDENADAS UTM - WGS 1984 DATUM, ZONA 18 SUR, METER; CENT. MERIDIAN 75D W.
- curvas de nivel: Mayores a 2 metros y las menores a 0.50 metros.
- En cuanto al trazo del eje del canal este considera los parámetros técnicos establecidos por el ANA.

3.1.5 Resultados.

Como resultados generales se observa una geografía ondulada con pendientes transversales al eje del canal que fluctúan entre un 20% y 28% en una topografía uniforme en casi todo el recorrido del canal.

3.2 Estudio de suelos.

3.2.1 Estudio de Suelos.

3.2.1.1 Alcance.

El EMS se realizó en el proyecto de tesis: “Diseño del canal de riego Chullas-Cuchichaca de la provincia de Pomabamba de la región Ancash” fue elaborado por la por el laboratorio de mecánica de suelos y materiales de la Universidad Cesar Vallejo, quienes analizaron las muestras de las calicatas que proporcionamos.

3.2.1.2 Objetivo

El objetivo es determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

Cabe mencionar que los resultados obtenidos fueron entregados por el laboratorio de mecánica de suelos y materiales de la Universidad Cesar Vallejo.

3.2.2 Descripción del proyecto

3.2.2.1 Ubicación Geográfica.

Altitudinalmente el proyecto las obras propuestas en este estudio estarán comprendidas entre los 3160 msnm y los 3351 msnm.

Lugar : Indicado en planos.

Distrito : Pomabamba.

Provincia : Pomabamba.

Región : Ancash.

3.2.2.2 Características locales

La zona se caracteriza por presentar suelos de uso agrícola con poca presencia de rocas.

3.2.2.3 Descripción de las calicatas.

La toma d muestras se hizo mediante la excavación de calicatas exploratorias a lo largo del eje del canal a razón de 1 calicata por kilómetro, las dimensiones de las calicatas excavada fueron de las dimensiones de 1.00 x 1.00 y de 1.50 de fondo cumpliendo de este modo con la norma ASTM.

3.2.3 Determinación del número de calicatas y ubicación.

3.2.3.1 Número de calicatas.

Tabla N°13 Descripción de calicatas.

Número y ubicación de calicatas		
N° de calicata	progresiva	profundidad
C - 1	0+000	1.50
C - 2	1+000	1.50
C - 3	2+000	1.50
C - 4	3+000	1.50
C - 5	4+00	1.50
C - 6	5+00	1.50
C - 7	6+000	1.50

Elaboración propia.

3.2.4 Tipos de ensayo a ejecutar

Se realizaron los siguientes ensayos:

3.2.4.1 Ensayos estándar:

Los ensayos estándar utilizados para clasificar los suelos son los siguientes

- Análisis granulométrico por tamizado : ASTM D- 422
- Límites de Atterberg (líquido y plástico) : ASTM D-4318
- Contenido de humedad natural : ASTM D- 2216
- Clasificación por el método SUCS
- Clasificación por el método AASHTO
- Peso unitario.
- Capacidad portante.

Calicata N° 1

Ubicada en la progresiva: 0+000, al eje del canal que representa la bocatoma.

Contenido de humedad:	24.96 %
Limite líquido:	49
Limite plástico:	11
Índice de plasticidad:	38
Clasificación SUCS:	CL (Arcilla ligera arenosa con grava)
Clasificación AASHTO:	A-7-6 (14) (Suelos arcilloso/regular malo)
Capacidad portante:	8.78 tn/m ²
Angulo de Fricción interna:	22.13 grados.

Calicata N° 2

Ubicada en la progresiva: 1+000, al eje del canal

Contenido de humedad:	24.56 %
Limite líquido:	63
Limite plástico:	29
Índice de plasticidad:	34
Clasificación SUCS:	CH (arcilla densa arenosa)
Clasificación AASHTO:	A-7-6 (16) (Suelos arcilloso/regular malo)

Calicata N° 3

Ubicada en la progresiva: 2+000, al eje del canal

Contenido de humedad:	20.01 %
Limite líquido:	47
Limite plástico:	25
Índice de plasticidad:	22

Clasificación SUCS:	CL (arcilla ligera arenosa)
Clasificación AASHTO:	A-7-6 (14) (Suelos arcilloso/regular malo)

Calicata N^a 4

Ubicada en la progresiva: 3+000, al eje del canal

Contenido de humedad:	21.96 %
Limite líquido:	50
Limite plástico:	31
Índice de plasticidad:	19
Clasificación SUCS:	MH (Limo elástico arenoso)
Clasificación AASHTO:	A-7-5 (14) (Suelos arcilloso/regular malo)

Calicata N^a 5

Ubicada en la progresiva: 4+000, al eje del canal

Contenido de humedad:	26.44 %
Limite líquido:	54
Limite plástico:	41
Índice de plasticidad:	13
Clasificación SUCS:	SC (Arena arcillosa con grva)
Clasificación AASHTO:	A-7-5 (2) (Suelos arcilloso/regular malo)

Calicata N^a 6

Ubicada en la progresiva: 5+000, al eje del canal

Contenido de humedad:	22.29 %
Limite líquido:	44
Limite plástico:	28
Índice de plasticidad:	16

Clasificación SUCS:	CL (arcilla ligera con grava)
Clasificación AASHTO:	A-7-6 (10) (Suelos arcilloso/regular malo)

Calicata N° 7

Ubicada en la progresiva: 6+000, al eje del canal

Contenido de humedad:	22.59 %
Limite líquido:	45
Limite plástico:	34
Índice de plasticidad:	11
Clasificación SUCS:	CL (arcilla ligera arenosa)
Clasificación AASHTO:	A-7-5 (9) (suelo arcilloso/ regular malo)

3.3 Hidrología

3.3.1 Generalidades

En este acápite dividiremos los resultados en dos estudios que dependen de los datos hidrológicos, estos son: el balance hídrico y el estudio hidrológico basado en el método racional.

3.3.2 Balance hídrico:

El balance hídrico nos indicará con exactitud el requerimiento de caudal para regar todas las hectáreas que comprende el presente trabajo de investigación. Para lograrlo haremos uso de datos meteorológicos publicados por el SENAMHI y la estación meteorológica del distrito de Pomabamba LATITUD: S 8° 49' 15.6" LONGITUD: O 77° 27' 35.999", los cuales fueron procesados en tablas del software Excel, para hallar la ETP se usó el método de THRONTHWAITE por que las medidas necesarias solo están basadas en la temperatura, siendo que esta última medida es la más común entre las estaciones

meteorológicas del país. Posteriormente para el cálculo del caudal de diseño se usaron datos de KC d cultivo publicados por la FAO.

Tabla N°14 Promedio mensual

PROMEDIO MENSUAL DESDE 1999 - 2016	Temp. Max	Temp. Min	Presip. Promedio
ENERO	25.172	6.41304332	2.725731183
FEBRERO	19.0967701	6.32432613	8.192925344
MARZO	19.2299767	6.44200896	5.779001792
ABRIL	19.5740463	6.43216296	2.221187037
MAYO	20.6797222	5.92541039	0.244284946
JUNIO	21.3715741	4.54377593	0.137927778
JULIO	21.666129	4.95517563	0.111734767
AGOSTO	21.8598297	5.15832079	0.123704301
SETIEMBRE	20.4816222	5.18858333	1.289575926
OCTUBRE	20.4522762	6.41304332	1.315101083
NOVIEMBRE	20.3119804	6.10145098	2.431707843
DICIEMBRE	19.5801917	5.34451613	2.3813074

Elaboración propia en base a datos publicados por el SENHAMHI

Tabla N°15 CÁLCULO DE LA ETP MEDIANTE LA FÓRMULA DE TRORNTHWAITE

	Tº max	Tº min	Tº promedio	Indice de calor mensual (i)	ETP mensual sin corregir	Horas de Sol (latitud 7°58')	Nº de días/mes	ETP/mm - mes
ENERO	25.172	6.413	15.793	5.704	68.211	11.8	31	67.074
FEBRERO	19.097	6.324	12.711	4.106	51.193	11.7	30	49.914
MARZO	19.230	6.442	12.836	4.168	51.862	11.7	31	50.566
ABRIL	19.574	6.432	13.003	4.250	52.757	11.9	31	52.317
MAYO	20.680	5.925	13.303	4.399	54.369	12.1	30	54.822
JUNIO	21.372	4.544	12.958	4.228	52.513	12.3	31	53.826
JULIO	21.666	4.955	13.311	4.403	54.413	12.5	30	56.680
AGOSTO	21.860	5.158	13.509	4.503	55.487	12.6	31	58.262
SEPTIEMBRE	20.482	5.189	12.835	4.168	51.858	12.6	31	54.450
OCTUBRE	20.452	6.413	13.433	4.465	55.073	12.4	29	56.909
NOVIEMBRE	20.312	6.101	13.207	4.352	53.852	12.2	31	54.749
DICIEMBRE	19.580	5.345	12.462	3.986	49.876	11.9	30	49.460

I= 52.733

a= 1.322

Elaboración propia

Tabla N° 16 KC de cultivos según la FAO

	Inicial	Desarrollo	Media	Maduración
MAIZ AMILACEO	0.40	0.80	1.15	1.00
PAPA	0.45	0.75	1.15	0.85
TRIGO	0.35	0.75	1.15	0.45
ARVEJA GRANO SECO	0.35	0.70	1.10	0.30

Tabla N° 17 Ha sembradas con y sin proyecto.

	Area sin proyecto	Area con proyecto
MAIZ AMILACEO	35	50
PAPA	30	90
TRIGO	0	0
ARVEJA GRANO SECO	20	50

Elaboración propia.

Tabla N° 18 Ha precipitación promedio desde 1999-2016

	Precipitación media mm/día	Nº días
ENERO	2.726	31
FEBRERO	8.193	29
MARZO	5.779	31
ABRIL	2.221	30
MAYO	0.244	31
JUNIO	0.138	30
JULIO	0.112	31
AGOSTO	0.124	31
SEPTIEMBRE	1.290	30
OCTUBRE	1.315	31
NOVIEMBRE	2.432	30
DICIEMBRE	2.381	31

Tabla N°19 Balance hídrico para 90 ha de cultivo de Papa.

	ETP	KC media cultivos significativos	ETPc	Eficiencia de riego %	Eficiencia de conducción %	ETc corregido mm/mes	presipitacion efectiva mm/mes	Caudal por m3/mes	Caudal l/s	Area a sebrar (ha)	Areas actual usada (ha)	Caudal actual requerido l/s	Caudal to tal requerido l/s	Caudal a incrementar l/s
ENERO	67.074	0.80	53.660	30	90	198.739	84.498	114.241	0.441	90	30	13.222	39.667	26.445
FEBRERO	49.914	0.95	47.418	30	90	175.622	237.595	-61.973	-0.239	90	30	-7.173	-21.518	-14.346
MARZO	50.566	0.95	48.038	30	90	177.917	179.149	-1.232	-0.005	90	30	-0.143	-0.428	-0.285
ABRIL	52.317	0.90	47.085	30	90	174.391	66.636	107.755	0.416	90	30	12.472	37.415	24.943
MAYO	54.822	0.75	41.116	30	90	152.283	7.573	144.710	0.558	90	30	16.749	50.247	33.498
JUNIO	53.826	0.50	26.913	30	90	99.678	4.138	95.540	0.369	90	30	11.058	33.174	22.116
JULIO	56.680	0.80	45.344	30	90	167.940	3.464	164.476	0.635	90	30	19.037	57.110	38.073
AGOSTO	58.262	0.95	55.349	30	90	204.995	3.835	201.160	0.776	90	30	23.282	69.847	46.565
SEPTIEMBRE	54.450	0.95	51.728	30	90	191.585	38.687	152.898	0.590	90	30	17.697	53.090	35.393
OCTUBRE	56.909	0.90	51.218	30	90	189.695	40.768	148.927	0.575	90	30	17.237	51.711	34.474
NOVIEMBRE	54.749	0.75	41.062	30	90	152.081	72.951	79.130	0.305	90	30	9.159	27.476	18.317
DICIEMBRE	49.460	0.50	24.730	30	90	91.593	73.821	17.773	0.069	90	30	2.057	6.171	4.114
												caudal de diseño=	69.847	

Elaboración propia en base a la tabla N°15, N°16, N°17 y N°18 El dato de KC está basado en los datos publicados por la FAO, y el caudal de diseño hace referencia al caudal necesario para regar sólo 90 ha de papa, y no las 190 ha totales del estudio.

Tabla N°20 Balance hídrico para 50 ha de cultivo de Maíz.

	ETP	KC media cultivos significativos	ETPc	Eficiencia de riego %	Eficiencia de conducción %	ETc corregido mm/mes	presipitacion efectiva mm/mes	Caudal por m3/mes	Caudal l/s	Area a sembrar (ha)	Areas actual usada (ha)	Caudal actual requerido l/s	Caudal total requerido l/s	Caudal a incrementar l/s
ENERO	67.074	0.780	52.318	30	90	193.771	81.772	111.999	0.432	50	35	15.123	21.605	6.481
FEBRERO	49.914	0.950	47.418	30	90	175.622	245.788	-70.166	-0.271	50	35	-9.475	-13.535	-4.061
MARZO	50.566	0.950	48.038	30	90	177.917	173.370	4.547	0.018	50	35	0.614	0.877	0.263
ABRIL	52.317	0.900	47.085	30	90	174.391	66.636	107.755	0.416	50	35	14.550	20.786	6.236
MAYO	54.822	0.850	46.599	30	90	172.588	7.329	165.259	0.638	50	35	22.315	31.879	9.564
JUNIO	53.826	0.450	24.222	30	90	89.710	4.138	85.572	0.330	50	35	11.555	16.507	4.952
JULIO	56.680	0.780	44.210	30	90	163.742	3.352	160.389	0.619	50	35	21.658	30.939	9.282
AGOSTO	58.262	0.950	55.349	30	90	204.995	3.711	201.284	0.777	50	35	27.180	38.828	11.648
SEPTIEMBRE	54.450	0.950	51.728	30	90	191.585	38.687	152.898	0.590	50	35	20.646	29.494	8.848
OCTUBRE	56.909	0.900	51.218	30	90	189.695	39.453	150.242	0.580	50	35	20.287	28.982	8.695
NOVIEMBRE	54.749	0.850	46.537	30	90	172.358	72.951	99.407	0.384	50	35	13.423	19.176	5.753
DICIEMBRE	49.460	0.450	22.257	30	90	82.434	71.439	10.995	0.042	50	35	1.485	2.121	0.636

caudal de diseño= 38.828

Elaboración propia en base a la tabla N°15, N°16, N°17 y N°18 El dato de KC está basado en los datos publicados por la FAO, y el caudal de diseño hace referencia al caudal necesario para regar sólo 50 ha de maíz, y no las 190 ha totales del estudio.

Tabla N°21 Balance hídrico para 50 ha de cultivo de Arveja.

	ETP	KC media cultivos significativos	ETPc	Eficiencia de riego %	Eficiencia de conducción %	ETc corregido mm/mes	presipitacion efectiva mm/mes	Caudal por m3/mes	Caudal l/s	Area Con proyecto (ha)	Areas sin proyecto (ha)	Caudal actual requerido l/s	Caudal total requerido l/s	Caudal a incrementar l/s
ENERO	67.074	0.70	46.952	30	90	173.897	81.772	92.125	0.355	50	20	7.108	17.771	10.663
FEBRERO	49.914	0.95	47.418	30	90	175.622	245.788	-70.166	-0.271	50	20	-5.414	-13.535	-8.121
MARZO	50.566	0.95	48.038	30	90	177.917	173.370	4.547	0.018	50	20	0.351	0.877	0.526
ABRIL	52.317	0.85	44.470	30	90	164.702	66.636	98.067	0.378	50	20	7.567	18.917	11.350
MAYO	54.822	0.70	38.375	30	90	142.131	7.329	134.802	0.520	50	20	10.401	26.004	15.602
JUNIO	53.826	0.40	21.530	30	90	79.742	4.138	75.605	0.292	50	20	5.834	14.584	8.751
JULIO	56.680	0.70	39.676	30	90	146.948	3.352	143.595	0.554	50	20	11.080	27.700	16.620
AGOSTO	58.262	0.95	55.349	30	90	204.995	3.711	201.284	0.777	50	20	15.531	38.828	23.297
SEPTIEMBRE	54.450	0.95	51.728	30	90	191.585	38.687	152.898	0.590	50	20	11.798	29.494	17.697
OCTUBRE	56.909	0.85	48.372	30	90	179.157	39.453	139.704	0.539	50	20	10.780	26.949	16.169
NOVIEMBRE	54.749	0.70	38.324	30	90	141.942	72.951	68.991	0.266	50	20	5.323	13.308	7.985
DICIEMBRE	49.460	0.40	19.784	30	90	73.275	71.439	1.836	0.007	50	20	0.142	0.354	0.212

caudal de diseño= 38.828

Elaboración propia en base a la tabla N°15, N°16, N°17 y N°18 El dato de KC está basado en los datos publicados por la FAO, y el caudal de diseño hace referencia al caudal necesario para regar sólo 50 ha de arveja, y no las 190 ha totales del estudio.

3.3.2.1 Resultado final de balance hídrico y caudal de diseño:

En la siguiente tabla se presenta los resultados finales del balance hídrico, el cual nos sirve también para conseguir el caudal de diseño del canal.

Tabla N°22 Caudal de diseño y balance hídrico.

Doble aforo río Mayu (Agosto y julio del2018)					
X1	Y1	A1 ⁻ parcial	X2	Y2	A2 ⁻ parcial
0	0	0	0	0	0
1	-8	-0.04	1	-7	-0.035
2	-13	-0.105	2	-12	-0.095
3	-15	-0.14	3	-16	-0.14
4	-16	-0.155	4	-14	-0.15
5	-15	-0.155	5	-12	-0.13
6	-13	-0.14	6	-11	-0.115
7	-8	-0.105	7	-9	-0.1
8	0	-0.04	8	0	-0.045

A1					
=	0.880	m²	t1 =	4.19	seg
A2					
=	0.810	m²	t2 =	4.17	seg
			t3 =	4.25	seg
			t4 =	4.11	seg
L =	5.00	m	t5 =	4.18	seg
			t _{prom} =	4.180	seg
	V =	1.196			m/seg
	Q total =	1.01077		m³/s	≅ 1000
					lts/seg

Fuente: Elaboración propia, aforo realizado por el método de la boya.

Tabla N°23 Caudal de diseño y balance hídrico.

Sector Chullas Cuchichaca	Q diseño en LPS	Ha sembrada sin proyecto	Ha con proyecto	Ha incrementadas con el proyecto
	147.503	85	190	105
Total	147.503	85	190	105

Fuente: Elaboración propia en función de las tablas N°19, N°20 y N°21

De las tablas N°22 y N°23 queremos comentar lo siguiente: En relación al río Mayu presenta una particularidad, al ser alimentado por el nevado Jancapampa, presenta un buen caudal tanto en temporada de lluvias como en época de sequía, por lo que la disminución de caudal en épocas de sequía cíclica o lo que se le suele llamar la temporada de estiaje, no representa una disminución drástica de caudal.

El caudal de río Mayu en la temporada de menor avenida esta alrededor de 1 m³/s tal como quedó evidenciado en la tabla N°23 que muestra los aforos realizados en los meses de agosto y julio, que suelen ser los meses con menor presencia de lluvias en todo el ande peruano.

En relación al requerimiento hídrico del canal, en la temporada que más agua de riego necesitará es de 0.1475 m³/s y se corresponde a los meses de junio, agosto y Julio tal como se puede apreciar en las tablas N° 19, N°20 y N°21; mismos meses que el caudal de Río Mayu esta alrededor de 1 m³/s, por lo que no hay necesidad de construir ningún tipo de estructura hidráulica encargada de almacenar agua.

3.3.3 Estudio hidrológico.

La información meteorológicos fueron recopilada de la estación meteorológica del distrito de Pomabamba, datos que fueron publicados por el SENAMHI. Esto con el objetivo de calcular el caudal máximo de avenida en el río Mayu con un periodo de retorno de 25 años, dicho dato nos dará una idea de la cantidad de agua que posiblemente pasará en una situación excepcional a través de la cuenca, de este modo se puede diseñar la bocatoma para ser capaz de soportar toda la avenida.

3.3.3.1 Estimación de la precipitación máxima probable.

La estimación de la precipitación máxima probable tiene muchos procedimientos pero, ninguno de ellos es una norma, estos procedimientos varían unos de otros ya sea en la calidad y cantidad de datos (como suele ser frecuentemente) o en la metodología que se emplea, la cuenca también juega un papel importante donde se emplaza y el tipo de topografía y su tamaño darán resultados diversos con los eventos temporales que se

producen, como vientos, temperatura y precipitaciones extremas que es lo que nos interesa; por tanto se aclara que la metodología de estimación empleada sigue procedimientos empíricos y estadísticos por ser de fácil aplicación, y no necesitar equipo ni datos tomados específicamente para esa.

Para este estudio hemos utilizado la distribución Gumbel para la estimación de lluvias máximas día.

Tabla N°24 Distribución Gumbel, precipitación máxima por mes en un día.

No	Año	Mes	Precipitación (mm)	
		Max. Precip.	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$
1	2005	DIC	59.9	174.23
2	2006	ENE	68.9	17.36
3	2007	FEB	34.1	1522.45
4	2008	FEB	107.3	1172.54
5	2009	DIC	55.3	315.83
6	2010	MAR	41.8	976.85
7	2011	FEB	83.6	111.77
8	2012	DIC	94.9	477.57
9	2013	FEB	54.5	346.39
10	2014	DIC	103.9	950.94
11	2015	ENE	99.6	703.17
<i>Suma</i>			803.799	6769.12

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 73.07 \text{ mm}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 26.02 \text{ mm}$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s = 20.29 \text{ mm}$$

$$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha = 61.36 \text{ mm}$$

Para el modelo de probabilidad:

$$F_{(x)} = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$$

3.3.3.2 Ecuación de intensidad.

Se utilizan diversas duraciones en horas para la relación de lluvia de 24 hr. D. F. Campos A. estipula los siguientes:

Tabla N°25 Valores concluidos para las relaciones a la lluvia de duración 24 horas

Duraciones, en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0.30	0.39	0.46	0.52	0.57	0.61	0.68	0.80	0.91	1.00

Fuente :D.F. Campos A. ,1978

Tabla N°25- Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias

Tiempo de Duración	Cociente	P.M.P. (mm) para diferentes tiempos de duración Sg. Periodo de Retorno							
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	75 años	100 años	500 años
24 hr	X24	77.7425	103.7240	120.9260	142.6608	158.7849	168.1568	174.7899	211.7751
18 hr	X18 = 91%	70.7457	94.3888	110.0427	129.8213	144.4942	153.0227	159.0588	192.7153
12 hr	X12 = 80%	62.1940	82.9792	96.7408	114.1286	127.0279	134.5254	139.8319	169.4201
8 hr	X8 = 68%	52.8649	70.5323	82.2297	97.0093	107.9737	114.3466	118.8571	144.0071
6 hr	X6 = 61%	47.4229	63.2716	73.7649	87.0231	96.8588	102.5756	106.6218	129.1828
5 hr	X5 = 57%	44.3132	59.1227	68.9278	81.3166	90.5074	95.8494	99.6302	120.7118
4 hr	X4 = 52%	40.4261	53.9365	62.8815	74.1836	82.5681	87.4415	90.8907	110.1230
3 hr	X3 = 46%	35.7616	47.7130	55.6260	65.6239	73.0410	77.3521	80.4034	97.4165
2 hr	X2 = 39%	30.3196	40.4524	47.1611	55.6377	61.9261	65.5811	68.1681	82.5923
1 hr	X1 = 30%	23.3228	31.1172	36.2778	42.7982	47.6355	50.4470	52.4370	63.5325

Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados de la tabla mostrada y los tiempos de duración utilizados, se puede calcular la intensidad equivalente por caso concreto, con la siguiente formula:

$$I = \frac{P[mm]}{t_{duración} [hr.]}$$

Tabla N°26 Intensidades de lluvia para diferentes tiempos de duración

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno							
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	75 años	100 años	500 años
24 hr	1440	3.2393	4.3218	5.0386	5.9442	6.6160	7.0065	7.2829	8.8240
18 hr	1080	3.9303	5.2438	6.1135	7.2123	8.0275	8.5013	8.8366	10.7064
12 hr	720	5.1828	6.9149	8.0617	9.5107	10.5857	11.2105	11.6527	14.1183
8 hr	480	6.6081	8.8165	10.2787	12.1262	13.4967	14.2933	14.8571	18.0009
6 hr	360	7.9038	10.5453	12.2941	14.5038	16.1431	17.0959	17.7703	21.5305
5 hr	300	8.8626	11.8245	13.7856	16.2633	18.1015	19.1699	19.9260	24.1424
4 hr	240	10.1065	13.4841	15.7204	18.5459	20.6420	21.8604	22.7227	27.5308
3 hr	180	11.9205	15.9043	18.5420	21.8746	24.3470	25.7840	26.8011	32.4722
2 hr	120	15.1598	20.2262	23.5806	27.8188	30.9630	32.7906	34.0840	41.2961
1 hr	60	23.3228	31.1172	36.2778	42.7982	47.6355	50.4470	52.4370	63.5325

Fuente : Elaboración propia

La representación matemática de las curvas Intensidad - Duración - Período de retorno, Sg. Bernard es:

$$I = \frac{a * T^b}{t^c}$$

en la cual:

- I = Intensidad de lluvia (mm/hr)
- t = Duración (min)
- T = Período de retorno (años)
- a,b,c = Parámetros de ajuste

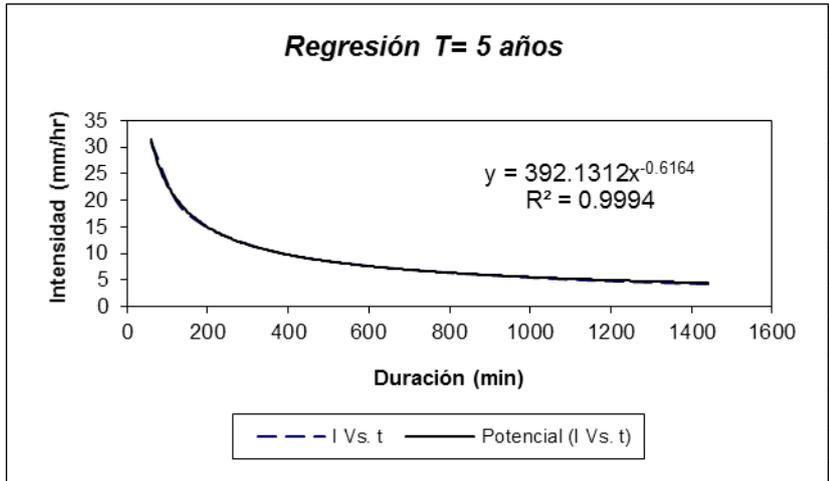
Realizando el cambio de variable:

$$d = a * T^b$$

Donde:

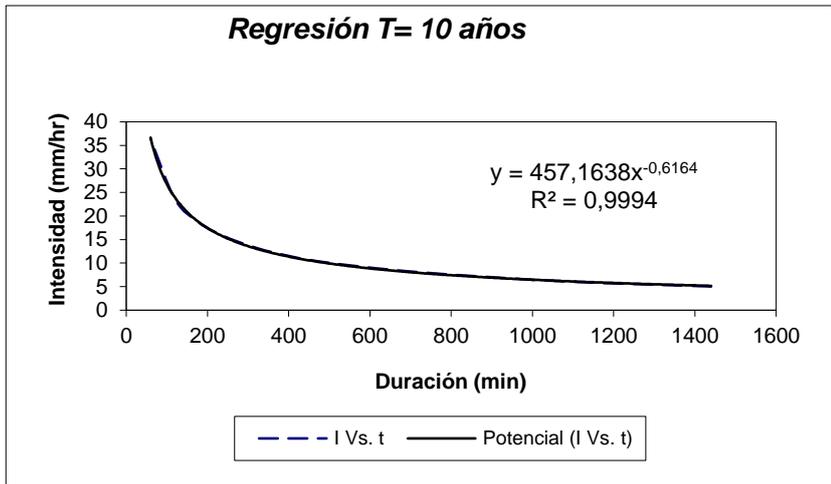
$$I = \frac{d}{t^c} \Rightarrow I = d * t^{-c}$$

Tabla N°27 Regresión



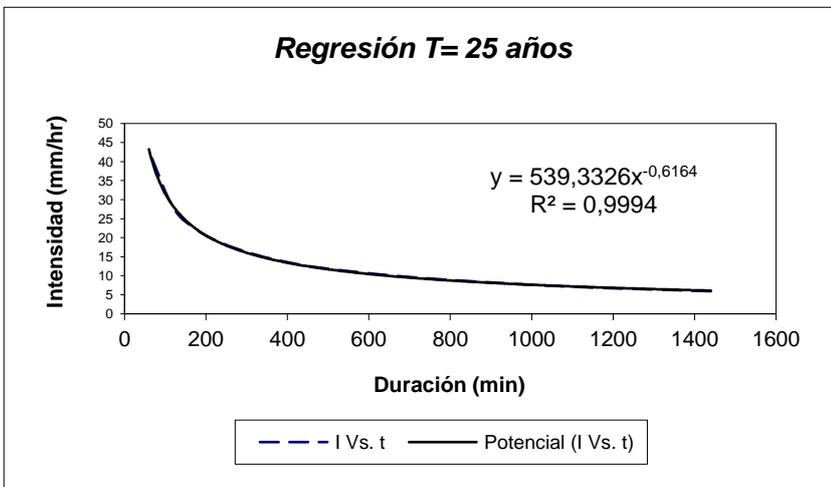
Serie T= 5 años	
x	y
1440	4.3218
1080	5.2438
720	6.9149
480	8.8165
360	10.5453
300	11.8245
240	13.4841
180	15.9043
120	20.2262
60	31.1172

Tabla N°28 Regresión



Serie T= 10 años	
x	y
1440	5.0386
1080	6.1135
720	8.0617
480	10.2787
360	12.2941
300	13.7856
240	15.7204
180	18.5420
120	23.5806
60	36.2778

Tabla N°29 Regresión



Serie T= 25 años	
x	y
1440	5.9442
1080	7.2123
720	9.5107
480	12.1262
360	14.5038
300	16.2633
240	18.5459
180	21.8746
120	27.8188
60	42.7982

3.3.3.3 Método racional.

Este es un método funciona bajo el supuesto que la máxima escorrentía que se da por acción de una lluvia, sucede cada vez que la duración de la lluvia es la misma que el tiempo de concentración (t_c).

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3.60}$$

Donde:

Q = Caudal, en m³/s

C = Coeficiente de escorrentía, adimensional

I = Intensidad máxima de la lluvia, mm/hr

A = Área de la cuenca, en km²

$$t_c = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Donde:

t_c = Tiempo de concentración, en min

L = Longitud máxima del recorrido, en km

H = Diferencia de elevación entre los puntos extremos del cauce principal, en m

Como datos del estudio tenemos:

tc 1: 59.40 min

L1 : 14000.00 Longitud máxima del recorrido, m (de la cuenca)

Cota inicial 3156 m.s.n.m.

Cota final 5609 m.s.n.m.

H1: 2453.00 m

Determinación del coeficiente de escorrentía (C)

$$C = \frac{\text{Vol.Esc.Superficial}}{\text{Vol.Precip.Tot.}}$$

El valor de C depende de factores edafológicos, topográficos, pendiente, cobertura vegetal, y textura, así como se muestra en el siguiente cuadro (Fuente: Manual de Conservación del suelo y del agua, Chapingo, México, 1977):

Determinación del valor C

Tipo de vegetación	Pendiente (%)	Franco arenosa	Franco arcillo limosa franco limosa	Arcillosa
Forestal	0 - 5	0.10	0.30	0.40
	5 - 10	0.25	0.35	0.50
	10 - 30	0.30	0.50	0.60
Praderas	0 - 5	0.10	0.30	0.40
	5 - 10	0.15	0.35	0.55
	10 - 30	0.20	0.40	0.60
Terrenos cultivados	0 - 5	0.30	0.50	0.60
	5 - 10	0.40	0.60	0.70
	10 - 30	0.50	0.70	0.80

Con los datos obtenidos podemos decir que para nuestro estudio tenemos los siguientes resultados.

Q1: 285.46 m³/seg

C: 0.40 Según tabla

A: 60.03 Área de la cuenca km²

I 42.80 mm/hr Para 25 años.

3.4 Diseño de canal.

3.4.1 Diseño geométrico de canal.

Durante el diseño de este canal se tomaron en cuenta los parámetros establecidos que da la ANA, quien recomienda diseñar en flujo sub crítico y tener pendientes no mayores al 4.5 por mil ni menores al 0.001 por mil, Lo radios mínimos y máximos el ANA los considera a partir de caudales mayores o iguales a 0.5m³/s dando como radio mínimo para ese caudal es de 5m, también dice que el radio de curvatura tendría que ser como un mínimo 5T, siendo T el espejo de agua, considerando que nuestro canal tiene un caudal inferior a 0.5 m³/s decidimos trabajar con 5T radio mínimo en caso de que la topografía nos condicione un radio de curvatura pequeño, en el resto de los casos se consideró un radio mínimo de 5m.

3.4.1.1 Diseño de sección de canal.

En esta ocasión optamos por el diseño de una sección trapezoidal, en consideración al tipo de suelo el cual como evidencia del estudio de suelo presenta en todas las muestras suelos con alto contenido de arcillas siendo superior al 50% y teniendo en cuenta que tendremos un recubrimiento de concreto; y en conformidad al manual de diseños del ANA hemos optado por un talud 1:1, el resto del diseño se realizó usando el software Hcanales el cual trabaja con la formula Manning.

Por las características físicas del suelo y por nuestras pendientes y por el caudal que llevamos en todo el recorrido hemos decidido una sección única para todo el recorrido del canal el cual tendrá un revestimiento de concreto con un espesor de 10 cm.

Para mayor detalle invitamos a revisar la sección de perfiles longitudinales en los planos anexos al presente trabajo.

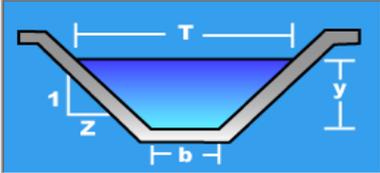
Canal principal: tramo 0+000 a 0+071.56

🚩 Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar:	POMABAMBA- CHULLAS	Proyecto:	CANAL CHULLAS-CUCHICHA
Tramo:	CANAL 0+000 a 0+071.56	Revestimiento:	C* S* f'c = 175 kg/cm2

Datos:

Caudal (Q):	0.1475	m3/s
Ancho de solera (b):	0.45	m
Talud (Z):	1	
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.00622	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1686	m	Perímetro (p):	0.9269	m
Área hidráulica (A):	0.1043	m ²	Radio hidráulico (R):	0.1125	m
Espejo de agua (T):	0.7872	m	Velocidad (v):	1.4141	m/s
Número de Froude (F):	1.2403		Energía específica (E):	0.2705	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

 **Calcular**
 **Limpiar Pantalla**
 **Imprimir**
 **Menú Principal**
 **Calculadora**

Tramo 0+071.56 a 0+467.99

📌 Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: POMABAMBA- CHULLAS	Proyecto: CANAL CHULLAS-CUCHICHA
Tramo: CANAL 0+071.56 a 0+467.99	Revestimiento: C* S* f'c = 175 kg/cm2

Datos:	
Caudal (Q):	0.1475 m3/s
Ancho de solera (b):	0.45 m
Talud (Z):	1
Rugosidad (n):	0.013
Pendiente (S):	0.00167 m/m

Resultados:			
Tirante normal (y):	0.2424 m	Perímetro (p):	1.1357 m
Área hidráulica (A):	0.1679 m2	Radio hidráulico (R):	0.1478 m
Espejo de agua (T):	0.9348 m	Velocidad (v):	0.8788 m/s
Número de Froude (F):	0.6621	Energía específica (E):	0.2818 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico		

Calcular

Limpiar Pantalla

Imprimir

Menú Principal

Calculadora

Tramo 0+467.99 a 1+880

📌 Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: POMABAMBA- CHULLAS	Proyecto: CANAL CHULLAS-CUCHICHA
Tramo: CANAL 0+467.99 a 1+880	Revestimiento: C* S* f'c = 175 kg/cm2

Datos:	
Caudal (Q):	0.1475 m3/s
Ancho de solera (b):	0.45 m
Talud (Z):	1
Rugosidad (n):	0.013
Pendiente (S):	0.00103 m/m

Resultados:			
Tirante normal (y):	0.2760 m	Perímetro (p):	1.2306 m
Área hidráulica (A):	0.2004 m2	Radio hidráulico (R):	0.1628 m
Espejo de agua (T):	1.0020 m	Velocidad (v):	0.7361 m/s
Número de Froude (F):	0.5256	Energía específica (E):	0.3036 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico		

Calcular

Limpiar Pantalla

Imprimir

Menú Principal

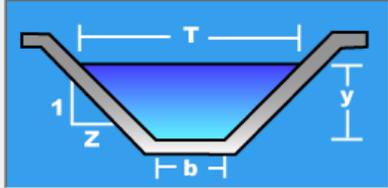
Calculadora

Tramo 1+880 a 2+226.71

📏 Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar:	POMABAMBA- CHULLAS	Proyecto:	CANAL CHULLAS-CUCHICHA
Tramo:	CANAL 1+880 a 2+226.71	Revestimiento:	C* S* f'c = 175 kg/cm2

Datos:	
Caudal (Q):	0.1475 m3/s
Ancho de solera (b):	0.45 m
Talud (Z):	1
Rugosidad (n):	0.013
Pendiente (S):	0.0008 m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	0.2951 m	Perímetro (p):	1.2847 m
Área hidráulica (A):	0.2199 m2	Radio hidráulico (R):	0.1712 m
Espejo de agua (T):	1.0403 m	Velocidad (v):	0.6707 m/s
Número de Froude (F):	0.4658	Energía específica (E):	0.3181 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico		

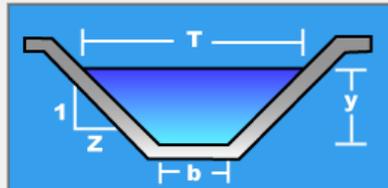
 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
--	--	--	--	---

Tramo 2+226.71 a 2+492

📏 Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar:	POMABAMBA- CHULLAS	Proyecto:	CANAL CHULLAS-CUCHICHA
Tramo:	CANAL 2+226.71 a 2+492	Revestimiento:	C* S* f'c = 175 kg/cm2

Datos:	
Caudal (Q):	0.1475 m3/s
Ancho de solera (b):	0.45 m
Talud (Z):	1
Rugosidad (n):	0.013
Pendiente (S):	0.0083 m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	0.1554 m	Perímetro (p):	0.8896 m
Área hidráulica (A):	0.0941 m2	Radio hidráulico (R):	0.1058 m
Espejo de agua (T):	0.7609 m	Velocidad (v):	1.5674 m/s
Número de Froude (F):	1.4230	Energía específica (E):	0.2807 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico		

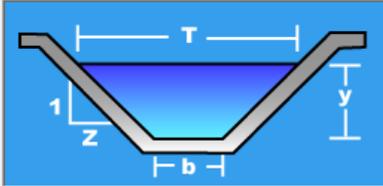
 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
---	---	---	---	--

Tramo 2+492 a 3+160

🚩 Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

<p>Lugar: <input type="text" value="POMABAMBA- CHULLAS"/></p> <p>Tramo: <input type="text" value="CANAL 2+492 a 3+160"/></p>	<p>Proyecto: <input type="text" value="CANAL CHULLAS-CUCHICHA"/></p> <p>Revestimiento: <input type="text" value="C* S* f'c = 175 kg/cm2"/></p>
--	--

Datos:	
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.1475"/> m3/s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.45"/> m
Talud (Z):	<input type="text" value="1"/>
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.013"/>
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.00117"/> m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.2668"/> m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.2045"/> m
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.1912"/> m2	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1587"/> m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.9835"/> m	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.7714"/> m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.5586"/>	Energía específica (E):	<input type="text" value="0.2971"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>		



Calcular



Limpiar Pantalla



Imprimir



Menú Principal



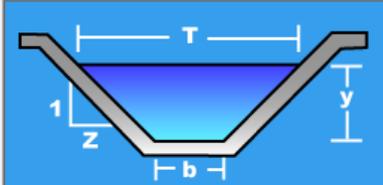
Calculadora

Tramo 3+160 a 3+388

🚩 Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

<p>Lugar: <input type="text" value="POMABAMBA- CHULLAS"/></p> <p>Tramo: <input type="text" value="CANAL 3+160 a 3+388"/></p>	<p>Proyecto: <input type="text" value="CANAL CHULLAS-CUCHICHA"/></p> <p>Revestimiento: <input type="text" value="C* S* f'c = 175 kg/cm2"/></p>
--	--

Datos:	
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.1475"/> m3/s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.45"/> m
Talud (Z):	<input type="text" value="1"/>
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.013"/>
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.03"/> m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.1075"/> m	Perímetro (p):	<input type="text" value="0.7539"/> m
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.0599"/> m2	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.0795"/> m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.6649"/> m	Velocidad (v):	<input type="text" value="2.4624"/> m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="2.6193"/>	Energía específica (E):	<input type="text" value="0.4165"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Supercrítico"/>		



Calcular



Limpiar Pantalla



Imprimir



Menú Principal



Calculadora

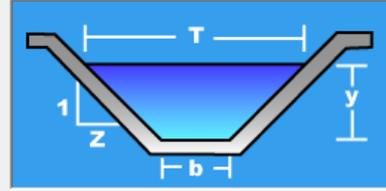
Tramo 3+388 a 3+620

📍 Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar:	POMABAMBA- CHULLAS	Proyecto:	CANAL CHULLAS-CUCHICHA
Tramo:	CANAL 3+388 a 3+620	Revestimiento:	C* S* f'c = 175 kg/cm2

Datos:

Caudal (Q):	0.1475	m3/s
Ancho de solera (b):	0.45	m
Talud (Z):	1	
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.0055	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1745	m	Perímetro (p):	0.9437	m
Área hidráulica (A):	0.1090	m ²	Radio hidráulico (R):	0.1155	m
Espejo de agua (T):	0.7991	m	Velocidad (v):	1.3531	m/s
Número de Froude (F):	1.1697		Energía específica (E):	0.2679	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

 Calcular Efectuar cálculos	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
-----------------------------------	----------------------	--------------	--------------------	-----------------

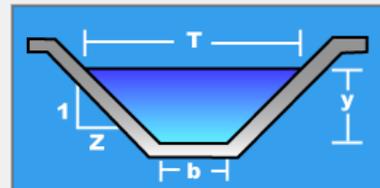
Tramo 3+620 a 4+494

📍 Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar:	POMABAMBA- CHULLAS	Proyecto:	CANAL CHULLAS-CUCHICHA
Tramo:	CANAL 3+620 a 4+494	Revestimiento:	C* S* f'c = 175 kg/cm2

Datos:

Caudal (Q):	0.1475	m3/s
Ancho de solera (b):	0.45	m
Talud (Z):	1	
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.00247	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.2179	m	Perímetro (p):	1.0663	m
Área hidráulica (A):	0.1455	m ²	Radio hidráulico (R):	0.1365	m
Espejo de agua (T):	0.8858	m	Velocidad (v):	1.0134	m/s
Número de Froude (F):	0.7983		Energía específica (E):	0.2703	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

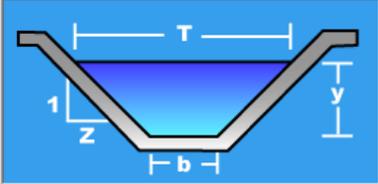
 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
--------------	----------------------	--------------	--------------------	-----------------

Tramo 4+494 a 5+180

📄 Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar:	POMABAMBA- CHULLAS	Proyecto:	CANAL CHULLAS-CUCHICHA
Tramo:	CANAL 4+494 a 5+180	Revestimiento:	C* S* f'c = 175 kg/cm2

Datos:			
Caudal (Q):	0.1475	m3/s	
Ancho de solera (b):	0.45	m	
Talud (Z):	1		
Rugosidad (n):	0.013		
Pendiente (S):	0.00572	m/m	



Resultados:			
Tirante normal (y):	0.1726	m	Perímetro (p): 0.9383 m
Area hidráulica (A):	0.1075	m2	Radio hidráulico (R): 0.1146 m
Espejo de agua (T):	0.7953	m	Velocidad (v): 1.3723 m/s
Número de Froude (F):	1.1917		Energía específica (E): 0.2686 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico		

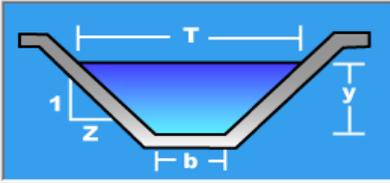
 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
--	--	--	--	---

Tramo 5+180 a 5+320

📄 Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar:	POMABAMBA- CHULLAS	Proyecto:	CANAL CHULLAS-CUCHICHA
Tramo:	CANAL 5+180 a 5+320	Revestimiento:	C* S* f'c = 175 kg/cm2

Datos:			
Caudal (Q):	0.1475	m3/s	
Ancho de solera (b):	0.45	m	
Talud (Z):	1		
Rugosidad (n):	0.013		
Pendiente (S):	0.0091	m/m	



Resultados:			
Tirante normal (y):	0.1514	m	Perímetro (p): 0.8783 m
Area hidráulica (A):	0.0911	m2	Radio hidráulico (R): 0.1037 m
Espejo de agua (T):	0.7529	m	Velocidad (v): 1.6196 m/s
Número de Froude (F):	1.4867		Energía específica (E): 0.2851 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico		

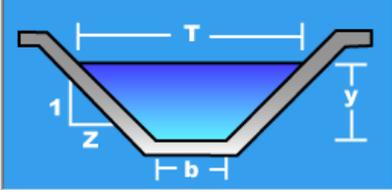
 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
---	---	---	---	--

Tramo 5+320 a 5+440

📏 Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar:	POMABAMBA- CHULLAS	Proyecto:	CANAL CHULLAS-CUCHICHA
Tramo:	CANAL 5+320 a 5+440	Revestimiento:	C* S* f'c = 175 kg/cm2

Datos:	
Caudal (Q):	0.1475 m3/s
Ancho de solera (b):	0.45 m
Talud (Z):	1
Rugosidad (n):	0.013
Pendiente (S):	0.0065 m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	0.1665 m	Perímetro (p):	0.9210 m
Area hidráulica (A):	0.1027 m2	Radio hidráulico (R):	0.1115 m
Espejo de agua (T):	0.7831 m	Velocidad (v):	1.4365 m/s
Número de Froude (F):	1.2666	Energía específica (E):	0.2717 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico		

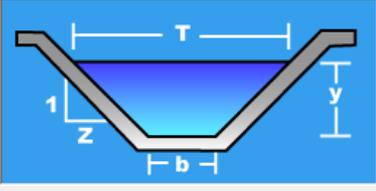
 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
---	---	---	---	--

Tramo 5+440 a 5+760

📏 Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar:	POMABAMBA- CHULLAS	Proyecto:	CANAL CHULLAS-CUCHICHA
Tramo:	CANAL 5+440 a 5+760	Revestimiento:	C* S* f'c = 175 kg/cm2

Datos:	
Caudal (Q):	0.1475 m3/s
Ancho de solera (b):	0.45 m
Talud (Z):	1
Rugosidad (n):	0.013
Pendiente (S):	0.0082 m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	0.1560 m	Perímetro (p):	0.8911 m
Area hidráulica (A):	0.0945 m2	Radio hidráulico (R):	0.1061 m
Espejo de agua (T):	0.7619 m	Velocidad (v):	1.5607 m/s
Número de Froude (F):	1.4148	Energía específica (E):	0.2801 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico		

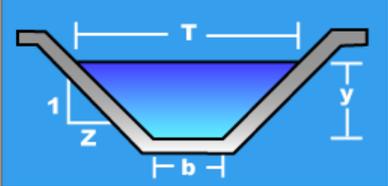
 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
--	--	--	--	---

Tramo 5+760 a 6+000

🚩 Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar:	POMABAMBA- CHULLAS	Proyecto:	CANAL CHULLAS-CUCHICHA
Tramo:	CANAL 5+760 a 6+000	Revestimiento:	C* S* f'c = 175kg/cm2

Datos:	
Caudal (Q):	0.1475 m3/s
Ancho de solera (b):	0.45 m
Talud (Z):	1
Rugosidad (n):	0.013
Pendiente (S):	0.0052 m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	0.1773 m	Perímetro (p):	0.9515 m
Área hidráulica (A):	0.1112 m ²	Radio hidráulico (R):	0.1169 m
Espejo de agua (T):	0.8046 m	Velocidad (v):	1.3261 m/s
Número de Froude (F):	1.1388	Energía específica (E):	0.2669 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico		

 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
---	---	---	--	--

3.4.2 Diseño de obras de arte.

3.4.2.1 Trampa de arena o Desarenador.

3.4.2.1.1 Generalidades.

Los desarenadores en un canal cumplen la función de retener y evacuar partículas sólidas arrastradas por el agua, y tienen las siguientes partes que lo conforman: La transición en la entrada, cámara de sedimentación, compuerta, transición a la salida. Algunos diseños contemplan el uso de varias cámaras, esto con el fin de que mientras una o más cámaras están funcionando, las otras pueden estar evacuando los sólidos almacenados en ellos. De cualquier modo, el cálculo para el diseño no se ve afectado por el número de cámaras.

3.4.2.1.2 Diseño de desarenador.

Los desarenadores son diseñados en relación a la velocidad del flujo y sobretodo en función del tamaño de la partícula a sedimentar.

Tabla N° 30 Datos para el diseño del desarenador

DATOS		
Caudal (Q)	0.147	m3/s
Peso específico (ps)	2.4	g/cm3
Espejo de agua canal (T1)	0.45	m

1 Diámetro de la partícula a sedimentar.

Tabla N° 31 Diámetro de partículas en función a la caída

Diámetro (d) de partículas que son retenidas en el desarenador (mm)	Profundidad (H)
0.6	100-200
0.5	200-300
0.3	300-500
0.1	500-1000

Fuente: ing. Edgar G. Sparrow Alamo

Tabla N 32 Diámetro de partículas en función a la turbina

Diámetro (d) de partículas que son retenidas en el desarenador (mm)	Tipo de turbina
1.0-3.0	Kaplan
0.4-1.0	Francis
0.2-0.4	Pelton

Fuente: ing. Edgar G. Sparrow Alamo

$$V = a\sqrt{d}$$

(cm/s)

Donde:

D= Diámetro(mm)

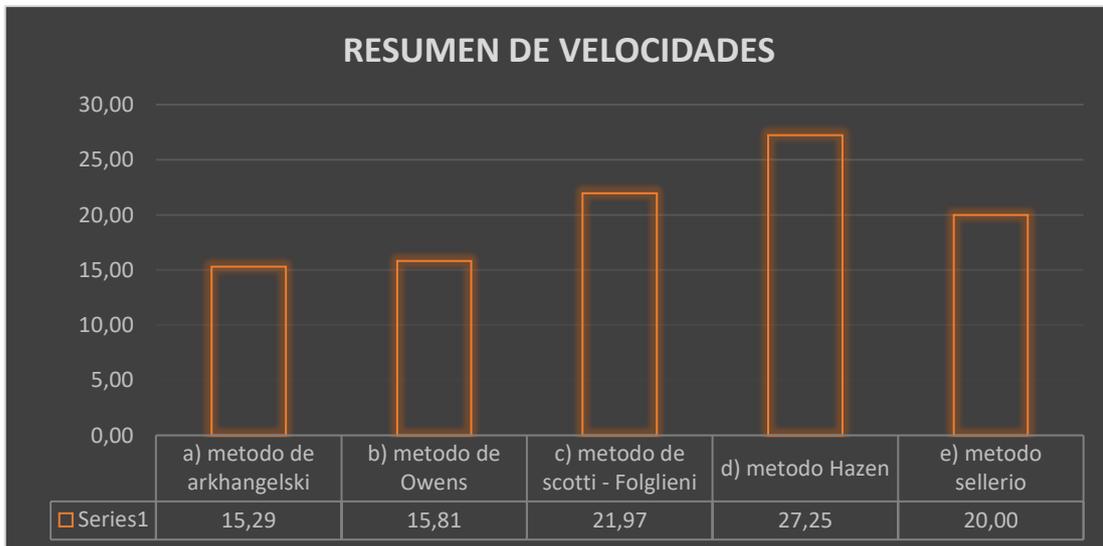
a= constante en función del diámetro

a	d(mm)
51	0.1
44	0.1-1.0
36	2.0

a	36
V	11.38

1 Calculamos la velocidad media de caída de partículas de diámetro de 2 mm

Tabla N° 33 Resumen de velocidades



La velocidad de caída está expresada en cm/s

2 Calculamos la longitud del desordenador con la siguientes formulas.

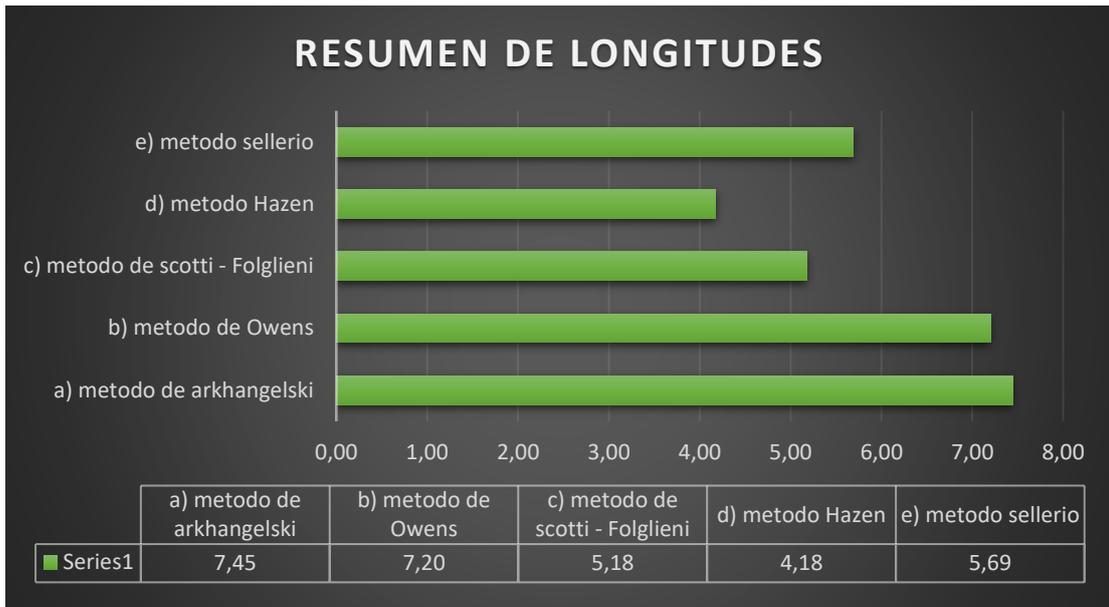
AHORA TENEMOS QUE:

$$h = wt$$

$$L = Vh \cdot t$$

$$L = \frac{h \cdot Vh}{w}$$

Tabla N° 34 Resumen de longitudes para altura de 1 m.



Al tener diferentes longitudes para cada uno de los métodos utilizados, como criterio nosotros tomaremos un promedio de los distintos métodos teniendo de este modo que: $L=5.94m$ la cual redondearemos a $L=6m$

3 Dimensionando las medidas del tanque desarenador:

Depreciando los efectos del flujo turbulento sobre la velocidad de sedimentado, entonces se puede plantear lo siguiente:

Haltura (h)	VELOCIDAD (w)	TIEMPO (s)	LONGITUD	Vh
1	20.07	0.522	5.939	11.38

ancho del desarenador:

$$b=Q/(h*Vh)$$

Q 1

0.9

Replanteo de la Longitud

$$L = k \frac{h * (V)}{w}$$

7.09

VELOCIDAD DE ESCURRIMIENTO (m/s)

0.2

0.3

0.5

k

1.25

1.5

2

h altura 1.3

b Ancho 0.9

L longitud 7.1

3.4.2.1.3 Diseño bocatoma.

DISEÑO DE BOCATOMA

Diseño de la
1.- Rejilla

0.147

Los datos a considerar para el diseño de la
rejilla son:

Q de
diseño

147.000 LPS

Q_{cap} 0.147 m^3/s

c : 0.51 Coef. de rejilla

$Q_{m\acute{a}x}$ 290.00 m^3/s

μ : 0.62 Coef. de descarga

B : Ancho de la Toma Tirolesa

Bcau 10.00 m

B : 10.00 (m)

Btom 10.00 m

L : 0.30 Longitud de la rejilla (m)

β 25 °

h : Altura agua en el borde superior de la rejilla

g : 9.81 Aceleración de la gravedad ($9.81 m/s^2$)

1.1. Selección de la Platina

e 3/8 "

(espesor de la
platina)

h_{fie} 4 "

(Altura de la
platina)

a 2.54 cm

(Separación entre platinas)

b 3.49 cm

≈

3.50 cm (Distancia entre ejes de platina)

1.2. Determinación del Tirante Crítico "h_{cr}"

$$h_{cr} = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g B}} \quad 0.072$$

Donde:

Q : 0.15 (Caudal a captar)
(Ancho de

B : 6.00 captación)

La energía mínima $E_{min} = 3/2$

$h_{cr} =$ 0.1076

1.3. Cálculo del Coeficiente "c" de la Rejilla

$$c = 0.60 \frac{a}{b} (\cos \beta)^{3/2}$$

c 0.5090

Donde:

a 0.030 m

1.7. Verificación del Ingreso Máximo de Agua

$$H = \left(\frac{Q}{CL} \right)^{2/3}$$

Donde :

C	1.7		Coficiente de descarga
L	10.00	m	(Ancho del río)
Q	290.00	m ³ /s	(Caudal máximo)

H	6.63	m	
---	------	---	--

Tirante crítico

$$H_{cr} = 9.500 \text{ m}$$

Altura de entrada de agua por la rejilla

$$h = kc * H_{cr}$$

$$h = 7.660 \text{ m}$$

Caudal máximo de entrada a la rejilla

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

Q =	7.74	m ³ /s	(Caudal de diseño del aliviadero)	pero solo se captaran	0.147
-----	------	-------------------	-----------------------------------	-----------------------	-------

2.- Diseño del Canal Colector

Método de la GTZ (1989)

Q :	0.15	m ³ /s	Caudal de diseño
S :	0.04	m/m	Pendiente adoptada
n :	0.025		Alta turbulencia e ingreso de material grueso

La base del canal se cálculo con la siguiente fórmula

$$B_{can} = \frac{La * Cos \beta}{\beta}$$

Bcan : 0.30 0.30 m ⇒ 0.30 m
 T : 0.30 m (Espejo de agua)

Aplicando la ecuación de Manning y calculando la altura del canal tenemos:

de donde sale esta "d"

d : 0.038 m El tirante "y", calculado en hcanales
 1.250 *
 H : d
 H : 0.047 m -> 0.05 -> 0.3

Diseño del Canal de Limpia

Este diseño tiene dos pasos, primero se dimensiona la compuerta y luego se calcula la pendiente de salida mínima.

Para el diseño de las dimensiones de compuertas se asumen condiciones críticas; vale decir, considerando el caudal mínimo, el ancho del canal de limpia, la pendiente de salida, rugosidad, empleando para ello la ecuación de Manning. Considerando:

Q : 0.147 m³/s
 S : 0.010
 n : 0.025
 B_{can}: 0.700 m ancho de base

Encontramos:

d caudal por metro lineal
 (tirante) 0.200 m 0.14
 V 1.000 m/s

Seguidamente calculamos la velocidad con la cual los sedimentos empiecen a moverse empleando la siguiente fórmula:

$$V_c = 1.50 C \sqrt{d}$$

Donde:

C 5.00 Mezcla de materiales
 d 0.02 Diámetro máximo de sedimentos (m)

Considerando material con 0.02 m de espesor y sustituyendo valores tenemos:

$$V_c = 1.06 \text{ m/s}$$

Finalmente, la pendiente de salida mínima se calcula con la siguiente expresión:

$$S_c = \frac{n^2 g^{10/9}}{q^{2/9}}$$

donde:

n :	Rugosidad	0.025	9.81
q :	Caudal Máximo por Metro Lineal (m ³ /s/m).	0.000625	12.64312561
g :	Gravedad (m/s ²).	0.00790195	0.646027008
		0.01223161	
		1.22316148	

Realizando operaciones, la pendiente de salida mínima es de Sc = 0.1.22 % y la pendiente considera es de:

$$S = 1.25 \quad \%$$

3.- Diseño del Barraje

.....

Tirante Aguas Abajo y Tirante Conjugado

Para definir los tirantes aguas abajo y el tirante conjugado empleamos las siguientes ecuaciones:

$$q^2 = 2g \left(H_t \cdot H_1^2 - \frac{n q^2 H_{st}}{H^{4/3}} - H_1^3 \right)$$

$$H_2 = -\frac{H_1}{2} + \sqrt{\frac{H_1^2}{4} + \frac{2 V_1^2 H_1}{g}}$$

Donde:

		q ²	1.255548981
		2g	19.62
		ht	0.67
		h1 ²	0.0841
		h1 ³	0.024389
		n	0.025
		hst	2.5
q	Caudal Máximo por Metro Lineal (m ³ /s/m).	h ^(4/3)	0.11696071
g	Gravedad (m/s ²).		
H _t	Altura Total Desde el Nivel de Fundación Hasta el Pelo de Agua Máximo (m).		
H ₁	Tirante al Pie del Barraje (m).		
n	Rugosidad		
H _{st}	Altura del Barraje Incluido la Fundación Altura de Carga Sobre el Barraje		
H	(m)		

Realizando las operaciones encontramos como resultados los siguientes valores

$$H_1 = 1.63 \text{ m y } H_2 = 9.47 \text{ m}$$

Determinación de la Longitud y Profundidad del Colchón Disipador

Para definir la longitud del colchón existen diferentes formulaciones, teniendo entre las principales las siguientes:

L_p	$4 H_2$	36.4	
L_p	$5 (H_2 - H_1)$		25.5
L_p	$2.50 (1.90 H_2 - H_1)$	33.225	
			31.7083333

La longitud asumida para el colchón es de $L = 33$ m.

En la práctica construir un colchón disipador que absorba todo el relto hidráulico, resulta demasiado caro

Por lo que sumiremos un $L = 4$ m

por lo que nos centraremos en diseñar un colchón que absorba la energía liberada y no genere socavación.

La definición de la profundidad o altura del colchón disipador requiere el conocimiento del tirante normal a la salida de la toma y el tirante conjugado H_2 . En nuestro caso tenemos que el tirante normal a la salida de la toma es de 1.63 m por lo que la profundidad del colchón será de 1.7 m. El valor a asumir será de 0.30 m.

Determinación de la Longitud del Enrocado de Protección

La longitud del enrocado de protección se calcula con la siguiente expresión:

$$L_e = 0.67 C \sqrt{H_b q} - L_d$$

Donde:

0.67
6
0.9

C	Coeficiente de Bligh.	1.576403244
Hb	Altura del Barraje desde el Extremo del Delantal (m)	1.1
q	Caudal Máximo por Metro Lineal (m ³ /s/m).	3.688295759
Ld	Longitud del delantal (m)	3.7

Sustituyendo valores encontramos $L_e = 3.70$ m.

Determinación del Camino de Penetración

La determinación del camino de penetración, tiene por finalidad verificar si será necesario la construcción de dentellones verticales a fin de evitar el fenómeno de tubificación y posterior asentamiento/colapso de la estructura. De los diferentes métodos existentes, aplicaremos el Método de Lane. Según Lane, la Longitud del caminos de penetración se encuentra expresada por la siguiente ecuación:

$$L = \Sigma L_v + \frac{1}{3} \Sigma L_H \geq C H$$

Donde:

		0.9
L _v	Longitud vertical	10
L _H	Longitud horizontal	2.5
C	Coeficiente de Lane	0.78
H	Diferencia de Carga Aguas Arriba y Aguas Abajo	4.233333333 1.95

Sustituyendo datos, encontramos:

$$L = 4.233 > 1.95$$

Determinación del Espesor del Colchón

La determinación del espesor del colchón se realiza con la siguiente fórmula:

$$t \geq \frac{4}{3} \left(\frac{H_d - h}{\gamma - 1} \right)$$

$$h = \frac{H_d L'}{L}$$

Donde:

H _d	Diferencia de Carga Aguas Arriba y Aguas Abajo (m)
----------------	--

h	Pérdida de carga (m)
L'	Longitud del Camino de Penetración Hasta una Distancia Deseada (m)
L	Longitud total del Camino de Penetración (m)
γ	Peso específico del delantal (2.30 tn/m ³)

Sustituyendo valores encontramos un espesor de 0.26 m por lo que asumiremos un espesor de 0.30 m.

3.5 Estudio de costos y presupuesto

PRESUPUESTO

DESCRIPCIÓN	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
TRABAJOS PRELIMINARES				6,206.10
CARTEL DE OBRA	und	1.00	706.10	706.10
IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	glb	1.00	2,500.00	2,500.00
CASETA PARA ALMACÉN, OFICINA Y GUARDIANIA	m2	50.00	60.00	3,000.00
BOCATOMA				87,032.65
TRABAJOS PRELIMINARES				130.24
TRAZO Y REPLANTEO EN ÁREA	m2	74.00	1.76	130.24
MOVIMIENTO DE TIERRAS				9,199.97
EXCAVACIÓN A MANO EN SUELO GRANULAR	m3	77.75	36.79	2,860.42
NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE RASANTE	m2	96.61	39.65	3,830.59
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	38.21	37.65	1,438.61
ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	39.54	27.07	1,070.35
CONCRETO SIMPLE				8,036.49
MAMPOSTERIA DE PIEDRA ASENTADA CON CONCRETO 1:6+70%P. G Y PM.	m3	18.50	247.51	4,578.94
SOLADO DE CONCRETO FC=100KG/CM2	m2	144.91	23.86	3,457.55
CONCRETO ARMADO				67,704.07
CONCRETO DE FC=210 KG/CM2	m3	96.37	465.56	44,866.02

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURAS NORMAL	m2	72.18	29.40	2,122.09
ACERO CORRUGADO FY=4200KG/CM2 GRADO 60	kg	3,596.52	5.76	20,715.96
JUNTAS				41.88
JUNTAS DE ELASTOMÉRICO DE POLIURETANO	m	12.00	3.49	41.88
CARPINTERIA METALICA				1,920.00
COMPUERTA METALICA DE TORNILLO SINFIN DE 75X75 CM	und	2.00	900.00	1,800.00
ESCALERA DE GATO	m	2.00	60.00	120.00
DESARENADOR Y ALIVIADERO				6,923.40
TRABAJOS PRELIMINARES				22.97
TRAZO Y REPLANTEO EN AREA	m2	13.05	1.76	22.97
MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,201.75
EXCAVACIÓN A MANO	m3	9.69	36.79	356.50
NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE RASANTE	m2	13.05	39.65	517.43
ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	12.11	27.07	327.82
CONCRETO SIMPLE				311.37
SOLADO DE CONCRETO FC=100KG/CM2	m2	13.05	23.86	311.37
CONCRETO ARMADO				4,973.35
CONCRETO DE FC=210 KG/CM2	m3	6.07	465.56	2825.95
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURAS NORMAL	m2	12.40	29.40	364.56
ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60	kg	309.52	5.76	1782.84

JUNTAS				13.96
JUNTAS DE ELASTOMÉRICO DE POLIURETANO	m	4.00	3.49	13.96
CARPINTERIA METALICA				400.00
COMPUERTA METALICA DE TORNILLO SIN FÍN DE 35X35 CM	und	1.00	400.00	400.00
TOMAS LATERALES CON COMPUERTA DE IZAJE				13,029.24
CONCRETO SIMPLE				4,294.20
SOLADO DE CONCRETO FC=100 KG/CM2	m2	16.80	23.86	400.85
CONCRETO FC=175 KG/CM2 EN SECCIÓN DE CANAL E= 10 CM	m3	2.52	406.64	1,024.73
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURAS NORMAL	m2	56.91	29.40	1,673.15
MAMPOSTERIA DE PIEDRA ASENTADA CON CONCRETO 1.6+70%P. G Y P.M	m3	4.83	247.51	1,195.47
JUNTAS				335.04
JUNTAS DE ELASTOMÉRICO DE POLIURETANO	m	96.00	3.49	335.04
CARPINTERIA METALICA				8,400.00
COMPUERTA METALICA DE TORNILLO SIN FÍN 35X35 CM	und	21.00	400.00	8,400.00
CANAL DE CONDUCCIÓN				906,550.88
TRABAJOS PRELIMINARES				10,749.20
TRAZO Y REPLANTEO	m2	6,107.50	1.76	10,749.20
MOVIMIENTO DE TIERRAS				474,540.36
EXCAVACIÓN MANUAL DE ZANJAS	m3	5,488.36	36.79	201,916.76
REFINE Y NIVELACIÓN EN FONDO DE CANAL	m	6,002.00	17.69	106,175.38

RELLENO Y COMPACTACIÓN	m3	911.68	46.68	42,557.22
ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	4576.69	27.07	123,891.00
CANAL DE SECCIÓN TRAPEZOIDAL				421,261.32
CONCRETO FC=175 KG/CM2 EN SECCIÓN DE CANAL E=10 CM	m3	894.00	406.64	363,536.16
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURAS	m2	400.80	29.40	11,783.52
JUNTAS DE ELASTOMÉRICO DE POLIURETANO	m	3,096.00	3.49	10,805.04
CURADO CON ADITIVO QUÍMICO EN CONCRETO	m2	9,420.00	3.73	35,136.60
OTROS				560,050.38
FLETE TERRESTRE	kg	484,321.50	0.25	121,080.38
FLETE RURAL MATERIALES DIVERSOS	glb	1.00	16,000.00	16,000.00
FLETE RURAL AGREGADOS Y CEMENTO	und	70,495.00	6.00	422,970.00
COSTO DIRECTO				1,579,792.65
GASTOS GENERALES 10%				157,979.27
UTILIDAD 5%				78,989.63
			
SUB TOTAL				1,816,761.55
IMPUESTO (IGV 18%)				327,017.08
			=====	
TOTAL				2,143,778.63

IV. DISCUSIÓN

El estudio topográfico nos mostró las particularidades del área donde se construirá el canal de regadío. El terreno no presentó pendientes longitudinales accidentadas, estando comprendidas entre 1 por mil y 10 por mil y pendientes transversales al recorrido del canal que van desde un 20% aun 30% dicho resultados coincidieron con: Costa (2018), en su investigación titulada “Diseño de la infraestructura del canal Pampas de Jahuey – caserío Pampas de Jahuey distrito de Ascope departamento de La Libertad” quien posee pendientes longitudinales comprendidas entre 1 por mil y 8 por mil, sus pendientes transversales fueron mucho menores a las nuestras por encontrarse en terrenos más llanos como suele ser usual en la costa. Por lo tanto, el canal de regadío no tendrá inconvenientes de flujo debido a las pendientes las cuales cumplen los valores máximos y mínimo de velocidad según el ANA en su manual para el diseño hidráulico de canales.

El estudio básico de mecánica de suelos fue desarrollado en el laboratorio de mecánica de suelo y materiales de Universidad Cesar Vallejo permitió del mismo modo que hizo Costa (2018), en su investigación titulada “Diseño de la infraestructura del canal Pampas de Jahuey – caserío Pampas de Jahuey distrito de Ascope departamento de La Libertad” quien tercerizó el estudio puesto que solo importaban los resultados para realizar el diseño. Según nuestros resultados tenemos suelos arcillosos con contenido de arenas, resultado según la clasificación AASHTO en “suelos arcillosos/ regular malo” motivo por el cual al igual que hizo Costa (2018) optamos por una sección trapezoidal.

En la elaboración del estudio hidrológico trabajamos con la información proveniente de la estación meteorológica del distrito de Pomabamaba misma que tiene data desde el año 1980 hasta octubre del 2016. Decidimos trabajar con el método racional por ser un método que no requiere data rigurosa por lo que bastó con los datos obtenidos en la página de SENAMHI, del mismo modo que hizo Llerena (2017), en su investigación titulada “Mejoramiento Del Sistema De Riego Del Canal Shumin – San Benito, Sector San Benito, Caserío De Coina, Distrito De Usquil – Otuzco – Ancash” quien aplicó la estimación de caudales máximos con ayuda de software Hidroesta, nosotros por otra

parte optamos por hojas de cálculo hechas en Excel para un periodo de retorno de 25 años.

En relación al diseño hidráulico del canal, tomamos en consideración las recomendaciones del manual del ANA, y optamos por una sección trapezoidal con un único talud para todos los tramos del canal $Z=1:1$. Baltodano y Morales (2015), en su investigación titulada “diseño hidráulico de un canal de 1km de longitud” utilizó al igual que nosotros una sección trapezoidal con un revestimiento de concreto 175 kg/cm² con un revestimiento de 10cm; por el contrario Córdova (2015) en su investigación titulada "mejoramiento del sistema hidráulico de riego del Caserío de Mossa" optaron por un diseño rectangular, esto en función a su tipo de suelo y caudal de diseño.

En relación al presupuesto de la obra, estimamos todos los costos que requerirá la construcción del canal, el cual tiene como partidas principales el movimiento de tierras y el recubrimiento con concreto 175 kg/cm² del canal. Hacemos mención que los cotos de flete terrestre se estimaron teniendo en cuenta que los materiales de construcción necesarios como arena y cemento serán trasportados por acémilas. Farfán (2014), en su investigación titulada “Diseño Del Sistema De Riego El Porvenir, Del Caserío El Porvenir, Distrito De Huarmaca – Huancabamba – Piura” Consideró el flete rural y el flete terrestre como una única partida; pero consideramos por motivos de diferenciar sepáralos en dos partidas distintas.

V. CONCLUSIONES

El estudio topográfico nos reveló la forma de lidiar con el terreno accidentado de la zona, jugando con las curvas para seguir pendientes suaves en el recorrido longitudinal del canal; a pesar de tener pendientes transversales a eje del canal de 20% a 30%. El estudio topográfico también ayudó a disponer el lugar más adecuado para la ubicación de las diferentes obras de arte de este diseño, como lo son las rápidas.

El estudio de suelos que fue elaborado por la universidad Cesar Vallejo determinó suelos según las clasificaciones de SUCS y ASHHTO, suelos de arcilla ligera arena y arenosa con grava y suelos arcillosos / regular a malo; respectivamente. Estos fueron los parámetros que utilizamos para diseñar las secciones del canal y en especial la bocatoma. Se puede concluir en relación al tipo de suelo, que estamos ante terrenos que soportaran el diseño planteado sin generar deterioro prematuro en el recubrimiento del canal.

En relación al estudio Hidrológico reveló un caudal para un periodo de retorno de 25 años de 362.83 m³/s, siendo este un caudal bastante elevado para el caudal de diseño de nuestro canal; por lo que tuvimos que buscar como emplazamiento de la bocatoma un lugar geográficamente protegido y diseñar para el lugar varios muertos de contención que ayudaran a mantener ese gran caudal fluyendo a través de la estructura, sin desbordarse ni generar volteo ni socavación en la estructura. Por lo que estamos seguros que el diseño cumple con criterios de durabilidad y funcionalidad que se espera para que una obra perdure a los fenómenos naturales.

Respecto al diseño geométrico del canal el diseño abarcó 6000 m donde se realizaron 63 curvas horizontales en todo el eje de diseño, las pendientes se manejaron para tener siempre flujos sub-críticos y para controlar la energía del agua luego de una rápida; el radio mínimo de curvatura fue de 5 m, como sugiere el Manual del ANA del año 2010. Por tanto, nuestro diseño cumple los estándares sugeridos por el ANA para canales.

El presupuesto referencial total de la obra es S/ 2,143,778.63, dos millones ciento cuarenta y tres mil setecientos setenta y ocho con 63/100 soles. Dicho monto se estimó siguiendo los precios de los materiales de construcción y mano de obra propuesto por la revista CAPECO de este año, por lo que nos ajustamos a los gastos que se harían si esta obra fuera a ser construida en los próximos 3 meses.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un recorrido a lo largo del canal para poder observar algunos detalles del terreno, como las tomas laterales, obstáculos en el terreno o la ubicación de las viviendas más cercanas.

Se recomienda volver a tapar las calicatas excavadas durante el muestreo para evitar daños a la propiedad privada. Y también se recomienda el ensayo de la muestra de suelo de la calicata 0+00 que es donde estará ubicada la bocatoma, realizar el estudio de capacidad portante del suelo y asentamiento inicial.

Recomendamos en relación al estudio hidrológico procesar la data histórica previamente a fin de tener datos más fáciles de trabajar y cotejar. Además, se recomienda para una posterior elaboración de estudios de disponibilidad hídrica el uso de información hidrométrica de los últimos 30 años como mínimo. En caso no existiera dicha información los caudales generados por modelos lluvia-escorrentía deberán ser calibrado por aforos realizados durante un año en el punto de estudio.

Respecto al diseño hidráulico del canal recomendamos basarse en primera instancia en el manual de diseños hidráulicos emitido por la Autoridad Nacional del Agua, cumpliendo con todos los parámetros con la finalidad de obtener un diseño correcto; pues este manual es una gran miscelánea de los textos más conocidos que tratan el diseño de canales.

En relación al presupuesto de obra recomendamos ser meticulosos en el proceso de metrar las distintas partidas; además de poner énfasis en un buen diseño que esté basado en el balance hídrico para de este modo no sobredimensionar las características del canal, y por ende elevar costos.

VII. REFERENCIAS

Aredo Moya, Antonio Erick y Valverde Ponte, Armando. 2016. Mejoramiento y rehabilitación del canal de regadío Carabamba margen izquierda, Distrito de CARABAMBA, Provincia de JULCÁN, Departamento de LA LIBERTAD. Trujillo - Perú : s.n., 2016.

Avendaño, Elisabeth. 2006. dirección, tratamiento y prevención de patologías en sistema de concreto estructural. Costa Rica : s.n., 2006.

Becerra Guerrero, Pablo Martín. 2012. DISEÑO DEL CANAL DE REGADÍO NOMEN – MOLLEPATA EN EL CENTRO POBLADO DE SAN MATEO DE MOLLEPATA- BAMBAMARCA - BOLÍVAR - LA LIBERTAD. Trujillo - Peru : s.n., 2012.

Brooks, Neil. 2003. Country level risk measures of climate-related natural disasters and implications for adaptation to climate change. Reino Unido : s.n., 2003.

Chiquillanqui, Pedro. 2002. Construcción y caracterización del mejoramiento del canal el lanche. Piura - Perú : s.n., 2002.

Cruzado Ruiz , Luis Eduardo. 2015. DISEÑO E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO BÁSICO EN EL CASERÍO DE QUEROBAL – CURGOS, DISTRITO DE CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD. Trujillo - Perú : s.n., 2015.

Espinoza, Guillermo. 2007. GESTION Y FUNDAMENTOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. SANTIAGO - CHILE : s.n., 2007.

Farfán Cordova, Marlon Gastón. 2014. Diseño del Sistema de Riego El Porvenir, del caserío El Porvenir, distrito de Huarmca. Huancabamba : s.n., 2014.

Fernández Campos, Yuly Campos. 2013. Diseño de la Ampliación y Mejoramiento del Canal de riego sectores: Cruz Blanca, La Constancia y Catay Alto. Simbal : s.n., 2013.

H. Diego. 2017. Diseño y construcción de juntas. Argentina : s.n., 2017.

Indeci. 2006. Instituto Nacional de Defensa Civil. Lima - Perú : s.n., 2006.

Jimenez, Cleves Gonzalo. 2007. TOPOGRAFIA PARA INGENIEROS CIVILES.

Armenia : s.n., 2007.

León, Oscar y Meneses, Fabián. 2006. Análisis de la vulnerabilidad física y funcional de las estructuras de vertimiento que componen el sistema de alcantarillado de la ciudad de Bucaramanga. Sntander : s.n., 2006.

Litrico and Fromion. **Litrico and Fromion. 2009.** 2009.

López García, Henry David y Alayo Ruiz, Francis Brander. 2014. Estudio Hidrológico Cuenca Chancay – Huaral, para ampliar la potencia de la Central Hidroeléctrica Tingo, de 1.2 MW a 8.8 MW en la Provincia de Huaral - Lima. Huaral - Lima : s.n., 2014.

Lopez Quiroz, David Eduardo. 2009. Gestión Campesina del Agua y las Estrategia al Acceso al Riego en la Comunidad de Link'u. Cochabamba : s.n., 2009.

López, Eliza. 2014. Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo sanitario – ambiental en los servicios de agua potable y de la disposición sanitaria de excretas y aguas residuales, en el centro poblado de molino. Trujillo - Perú : s.n., 2014.

Manual ANA. 2010. Criterios de Diseño de Obras Hidráulicas. Lima-Perú : s.n., 2010. pág. 15.

Manual Indeci. 2010. LIMA : s.n., 2010.

Muelas, Rodríguez Ángel. 2010. Manual de Mecánica de Suelos y Cimentaciones. España : s.n., 2010.

Reyes Alarcón, Claudio Andrés. 2008. Proyecto de Mejoramiento de Obras de Riego por Canalización. Chile : s.n., 2008.

Universidad de Costa Rica. 2006. DETECCION, TRATAMIENTO Y PREVENCION DE PATOLOGIAS EN SISTEMA DE CONCRETO ESTRUCTURAL. Costa Rica : s.n., 2006.

Universidad de East Anglia . 2003. contry level risk measures of climate-related natural disasters and implications for adaption to climate change. Reino Unido : s.n., 2003.

Vela Meléndez, Lindon. 2011. [En línea] Octubre de 2011.
<https://web.ua.es/es/giecryal/documentos/agricultura-peru.pdf?noCache=13201378769>.

Ven Te, Chow. 2004. Hidráulica de Canales Abiertos. Santafé de Bogotá-Colombia : Martha Edna Suárez R., 2004.

Vergaray Tafur, Victor Edwar y Saldaña Bazán, Jesser Eder. 2016. SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO EN CEMENTOS PACASMAYO S.A.A 2014 - LA LIBERTAD. Trujillo - Perú : s.n., 2016.

Villanueva Paz, Oscar Arturo. 2013. Diseño del Mejoramiento del Canal de Riego El Campanario, Caserío Conga Cruz, Distrito de Asunción. Asunción : s.n., 2013.

Villón Béjar, Máximo. 2005. Diseño de Estructura Hidráulicas. Lima-Perú : Villón, 2005.

Villón, Béjar Máximo. 2002. Hidrología. Lima - Perú : s.n., 2002.

Villón, Máximo. 2007. Hidráulica de Canales. Lima-Perú : Villón, 2007.

Wikipedia. 2017. Riego en el Perú. [En línea] 10 de Mayo de 2017. https://es.wikipedia.org/wiki/Riego_en_el_Per%C3%BA.

Zepita Arevilca, José Manuel. 2006. DISEÑO DE CANALES DE SISTEMA DE RIEGO CAVILOMA. Oruro Bolivia : s.n., 2006.

Baltodano, William y Morales, Sheyla (2015), en su tesis titulada “diseño hidráulico de un canal de 1km de longitud” para obtener el título de ingeniero civil en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua.

Chan, Eduardo (2015), en su tesis denominada “revisión de la capacidad y funcionamiento hidráulico de un canal mediante modelación numérica” para optar el título de maestro en ingeniería civil – hidráulica en la Universidad de Nacional Autónoma de México.

Córdova, Richard (2015) en su tesis titulada “mejoramiento del sistema hidráulico de riego del Caserío de Mossa” para obtener el título de ingeniero agrícola en la Universidad Nacional de Piura.

Ruiz, José (2017), en su investigación tesis “mejoramiento del canal chaquil-chicolon”, para optar el título de ingeniero civil en la Universidad Cesar Vallejo.

Aredo Antonio y Valverde Armando (2016), en su tesis “mejoramiento y rehabilitación del canal de regadío Carabamba margen izquierda”, para optar el título de ingeniero agrícola en la Universidad Nacional de Trujillo.

Roldan, Antoni (2017) en su tesis “evaluación de las pérdidas de conducción en el canal la mora en el tramo de la progresiva (0+600 –1+600)” para obtener el título de ingeniero civil en la Universidad Cesar Vallejo.

Llerena Palomino, Luis Francisco (2017), en su tesis “Mejoramiento Del Sistema De Riego Del Canal Shumin – San Benito, Sector San Benito, Caserío De Coina, Distrito De Usquil – Otuzco – Ancash”, para obtener el título de ingeniero civil en la Universidad Cesar Vallejo.

Costa Llontop Jaime Abelardo (2018), en su tesis “Diseño de la infraestructura del canal Pampas de Jahuey – caserío Pampas de Jahuey distrito de Ascope departamento de La Libertad” para obtener el título profesional de ingeniero civil en la universidad Cesar Vallejo.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1

Panel fotográfico





ANEXO 2

Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	MARCO METODOLOGICO
GENERAL	GENERAL	GENERAL		METODO
¿Qué características deberá tener el diseño del canal de riego Chullas-Cuchichaca de la provincia de Pomabamba de la región Ancash?	Realizar el diseño del canal de riego Chullas-Cuchichaca de la provincia de Pomabamba de la región Ancash.	Las características del diseño del canal de riego Chullas-Cuchichaca de la provincia de Pomabamba de la región Ancash cumplen las normas técnicas establecidas por la Autoridad Nacional del Agua y normas vigentes del reglamento nacional de edificaciones.	Diseño del canal de riego Chullas-Cuchichaca de la provincia de Pomabamba de la región Ancash.	No experimental descriptivo Dónde: X : "Representa la zona donde se harán los estudios del proyecto y a la población beneficiada". Y : Representa la información que se recoge del proyecto"
ESPECIFICOS	ESPECIFICOS			METODO
¿Cuáles serán la características del estudio topografico?	Realizar el estudio topográfico.			
	Realizar calicatas, para enviar al laboratorio las muestras de suelos.			
¿Qué características tendrá el estudio hidrológico?	Realizar los estudios hidrológicos.			
¿Cómo será el diseño geométrico del canal?	Realizar el diseño geométrico del canal.			
¿de cuanto será el costo pr	Realizar el estudio de costos y presupuesto del proyecto.			

ANEXO 3

Resultados del estudio de mecánica de suelos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CANAL DE RIEGO CHULLAS - CUCHICHACA DE LA PROVINCIA DE POMABAMBA DE LA REGIÓN ANCASH

SOLICITANTE : CULQUITANTE GARCÍA, JULIO - CHACALTANA VERA, LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : CULLAS / CUCHICHACA - POMABAMBA - ANCASH

FECHA : JUNIO DEL 2019

Cálzate	Nº	Estrato	Ubicación	Prof. Estrato	PROPIEDADES FÍSICAS								CLASIFICACIÓN		PROPIEDADES MECÁNICAS					
					% CH	% Finos	% Arenas	% Gravas	% LL	% LP	% IP	SUCS	AASHTO	MOB (g/cm ³)	DM %	CBR 100%	CBR 85%	PU (g/cm ³)	Qadm. (Kg/cm ²)	
C-1	E-1	KM 00+000	1.50 m	24.96	51.83	28.81	19.98	40	11	38	CL	A-7-6 (14)	-	-	-	-	1.093	0.88		
C-2	E-1	KM 01+000	1.50 m	24.56	58.07	30.89	13.13	63	29	34	CH	A-7-6 (16)	-	-	-	-	-	-		
C-3	E-1	KM 02+000	1.50 m	20.01	68.24	19.04	12.73	47	25	22	CL	A-7-6 (14)	-	-	-	-	-	-		
C-4	E-1	KM 03+000	1.50 m	21.96	73.28	20.75	8.99	50	31	19	MH	A-7-5 (14)	-	-	-	-	-	-		
C-5	E-1	KM 04+000	1.50 m	26.44	43.09	37.53	22.58	54	41	13	SC	A-7-5 (2)	-	-	-	-	-	-		
C-6	E-1	KM 05+000	1.50 m	22.29	64.89	19.05	16.06	44	28	16	CL	A-7-6 (10)	-	-	-	-	-	-		
C-7	E-1	KM 06+000	1.50 m	22.99	72.07	21.17	6.76	45	34	11	CL	A-7-5 (9)	-	-	-	-	-	-		



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ASTM D-422

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CANAL DE RIEGO CHILLAS - CUCHICHACA DE LA PROVINCIA DE POMABAMBA DE LA REGIÓN ANCASH
SOLICITANTE : CULQUITANTE GARCÍA JULIO - CHACALTANA VIEJA, LUIS
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN : CULLAS / CUCHICHACA - POMABAMBA - ANCASH
FECHA : JUNIO DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA : C-1 / E-1 / KM 00+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00
 Peso de muestra seca luego de lavado : 963.31
 Peso perdido por lavado : 1036.69

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	24.96%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
						Límites e Índices de Consistencia
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : 49
1"	25.400	59.25	2.96	2.96	97.04	L. Plástico : 11
3/4"	19.050	59.44	4.52	7.48	92.52	Ind. Plasticidad : 38
1/2"	12.700	59.61	2.98	10.47	89.54	Clasificación de la Muestra
3/8"	9.525	59.04	2.50	12.97	87.03	
1/4"	6.350	74.73	3.74	16.70	83.30	Clas. AASHTO : A-7-6 (14)
No4	4.750	63.03	2.85	19.56	80.44	Descripción de la Muestra
No8	2.360	121.26	6.57	25.92	74.08	
No10	2.000	22.62	1.13	27.05	72.95	AASHTO: Suelos arcillosos / Regular a malo
No16	1.180	99.84	4.99	32.05	67.95	Tiene un % de finos de = 51.83%
No20	0.850	29.52	1.48	33.52	66.48	Descripción de la Calicata
No30	0.600	54.02	2.70	36.22	63.78	
No40	0.420	40.61	2.48	38.70	61.30	Profundidad : 0.0 m - 3.00 m
No50	0.300	44.85	2.24	40.88	59.12	
No60	0.250	25.29	1.26	42.21	57.79	
No80	0.180	44.71	2.24	44.44	55.56	
No100	0.150	17.04	0.85	45.30	54.70	
No200	0.075	57.33	2.87	48.17	51.83	
< No200		1036.69	51.83	100.00	0.00	
Total		2000.00	100.00			



CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel: (044) 485 000. Anx: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

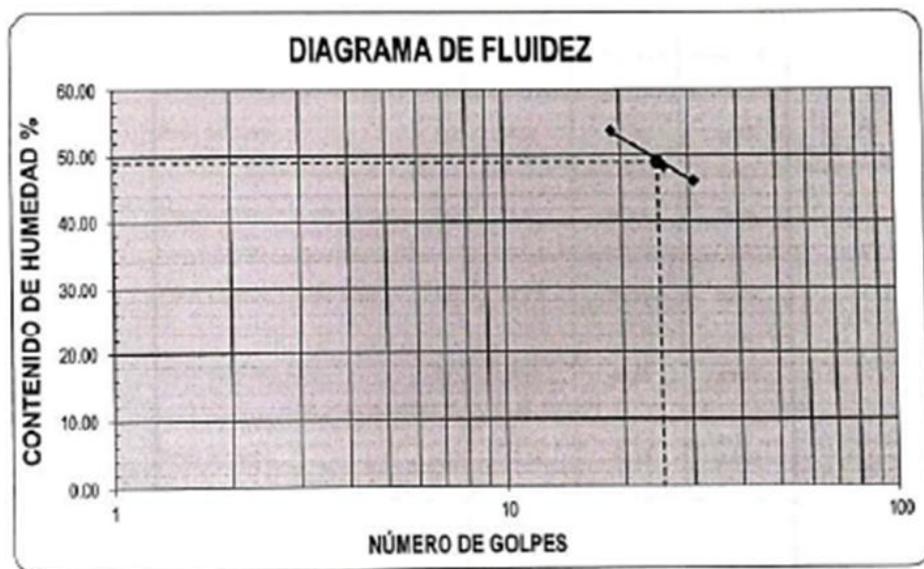


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D-4318

PROYECTO	:	DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CANAL DE RIEGO CHULLAS - CUCHICHACA DE LA PROVINCIA DE POMABAMBA DE LA REGIÓN ANCASH
SOLICITANTE	:	CALQUITANTE GARCÍA JULIO - CHACALTANA VERA, LUIS
RESPONSABLE	:	ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	:	CULLAS / CUCHICHACA - POMABAMBA - ANCASH
FECHA	:	JUNIO DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	:	C-1 / E-1 / KM 00+00 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA						
Descripción		Límite Líquido			Límite Plástico	
		19	25	31	-	-
Nº de golpes		19	25	31	-	-
Peso de tara	(g)	14.21	13.88	14.32	14.09	14.11
Peso de tara + suelo húmedo	(g)	16.04	17.01	15.53	14.12	14.16
Peso tara + suelo seco	(g)	15.40	15.99	15.90	14.12	14.15
Contenido de Humedad	%	53.78	48.34	46.20	11.11	11.11
Uniles	%	49			11	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -15.700 \ln(x) + 99.872$$

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CANAL DE RIEGO CHULLAS - CUCHICHACA DE LA PROVINCIA DE POMABAMBA DE LA REGIÓN ANCASH

SOLICITANTE : COLQUITANTE GARCÍA JULIO - CHACALTANA VERA, LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : CULLAS / CUCHICHACA - POMABAMBA - ANCASH

FECHA : JUNIO DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / KM 00+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	14.37	13.81	14.45
Peso del tarro + suelo húmedo (g)	71.59	82.84	75.49
Peso del tarro + suelo seco (g)	59.17	70.06	63.50
Peso del suelo seco (g)	44.80	56.25	49.05
Peso del agua (g)	12.42	12.78	11.00
% de humedad (%)	27.72	22.72	24.44
% de humedad promedio (%)	24.96		

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

PESO UNITARIO DEL SUELO
ASTM D-2419

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CANAL DE RIEGO CHULLAS - CUCHICHACA DE LA PROVINCIA DE POMABAMBA DE LA REGIÓN ANCASH

SOLICITANTE : CULQUITANTE GARCÍA JULIO - CHACALTANA VIEJA, LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : CULLAS / CUCHICHACA - POMABAMBA - ANCASH

FECHA : JUNIO DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / B-1 / KM 00+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO DEL SUELO

Frasco Graduado

Muestra N°	1	2
Peso del frasco (gr)	121.50	121.50
Volumen del frasco (cm ³)	1105.00	1105.00
Peso del Suelo Húmedo + Frasco (gr)	1365.10	1300.20
Peso del Suelo Húmedo (gr)	1243.60	1178.70
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.125	1.067
Contenido de Humedad (%)	24.96%	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.123	1.064
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm ³)	1.093	

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



PROYECTO	:	DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CANAL DE RIEGO CHULLAS - CUCHICHACA DE LA PROVINCIA DE POMABAMBA DE LA REGIÓN ANCASH
SOLICITANTE	:	CULQUITANTE GARCÍA JULIO - CHACALTANA VIERA, LUIS
RESPONSABLE	:	ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	:	CULLAS / CUCHICHACA - POMABAMBA - ANCASH
FECHA	:	JUNIO DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	:	C-1 / E-1 / KM 00+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CAPACIDAD DE CARGA

(Terzaghi 1943 y modificado por Vesic 1975)

$$q_u = c N_c S_c + q N_q S_q + \frac{\gamma B}{2} N_\gamma S_\gamma$$

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$$N_c = \cot \phi (N_q - 1)$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(\frac{1}{4} \pi + \frac{1}{2} \phi \right)$$

$$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \phi$$

ASENTAMIENTO INICIAL

Teoría Elástica

$$S = C_s q B \left(\frac{1 - \nu^2}{E_s} \right)$$

FACTORES DE FORMA (Vesic)

$$S_c = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$$

$$S_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

Peso Unitario del Suelo encima del NNF	$\gamma = 0.825$ ton/m ³	Relación de Poisson	$\nu = 0.30$
Peso Unitario del Suelo debajo del NNF	$\gamma' = 1.090$ ton/m ³	Módulo de elasticidad del suelo	$E_s = 373.00$ Kg/cm ²
Profundidad de cimentación (ZAPATA)	= 2.00 m	Factor de forma y rigidez cimentación corrida	$C_s = 70.00$ cm/m
Factor de seguridad	= 3	Factor de forma y rigidez cimentación cuadrada	$C_s = 82.00$ cm/m
Profundidad de cimentación corrida	= 1.00 m	Factor de forma y rigidez cimentación rectangular	$C_s = 112.00$ cm/m
Sobrecarga en la base de la cimentación	$q = \gamma D = 1.65$ ton/m ²		
Sobrecarga en la base de la cimentación corrida	$q = \gamma D = 0.83$ ton/m ²		

CONSIDERANDO FALLA LOCAL POR CORTE

Ángulo de fricción ϕ	C (kg/cm ²)	N_c	N_q	N_γ (Vesic)	$N_q N_c$	$\tan \phi$
22.13	0.021	17.029	7.925	7.259	0.426	0.407

CIMENTACIÓN CORRIDA							
B (m)	L (m)	S_c	S_q	S_γ	q_u (kg/cm ²)	q_{ad} (kg/cm ²)	S (cm)
0.40		1.00	1.00	1.00	1.17	0.39	0.03
0.50		1.00	1.00	1.00	1.21	0.40	0.04
0.60		1.00	1.00	1.00	1.25	0.42	0.06
0.80		1.00	1.00	1.00	1.33	0.44	0.07
1.00		1.00	1.00	1.00	1.41	0.47	0.09

Se puede considerar como valor único de diseño:

$q_{admisible} = 0.88$ Kg/cm ²
$q_{admisible} = 8.78$ ton/m ²
$Q = 12.65$ tn
$S = 0.21$ cm

CIMENTACIÓN CUADRADA							
B (m)	L (m)	S_c	S_q	S_γ	q_u (kg/cm ²)	q_{ad} (kg/cm ²)	S (cm)
1.20	1.20	1.43	1.41	0.60	2.64	0.88	0.21
1.30	1.30	1.43	1.41	0.60	2.66	0.89	0.23
1.50	1.50	1.43	1.41	0.60	2.71	0.90	0.27
1.80	1.80	1.43	1.41	0.60	2.78	0.93	0.33
2.00	2.00	1.43	1.41	0.60	2.83	0.94	0.38

CARGA ADMISIBLE BRUTA

12.65 tn

CIMENTACIÓN RECTANGULAR							
B (m)	L (m)	S_c	S_q	S_γ	q_u (kg/cm ²)	q_{ad} (kg/cm ²)	S (cm)
1.00	1.20	1.36	1.34	0.57	2.50	0.83	0.23
1.20	1.50	1.34	1.33	0.60	2.54	0.85	0.28
1.50	1.80	1.36	1.34	0.67	2.63	0.88	0.36
1.80	2.00	1.38	1.37	0.64	2.74	0.91	0.45

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO		
SUCS	:	CL
AASHTO	:	A-7.6 (14)
ϕ^*	C (Kg/cm ²)	P. u. (T/m ²)
22.13	0.021	1.093

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fu@ucv.edu.pe
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
ASTM D-422

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CANAL DE RIEGO CHULLAS - CUCHICHACA DE LA PROVINCIA DE POMABAMBA DE LA REGIÓN ANCASH

SOLICITANTE : CULQUINTANTE GARCÍA JULIO - CHACALTANA VIEJA, LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : CULLAS / CUCHICHACA - POMABAMBA - ANCASH

FECHA : JUNIO DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-2 / E-1 / NM01+300 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

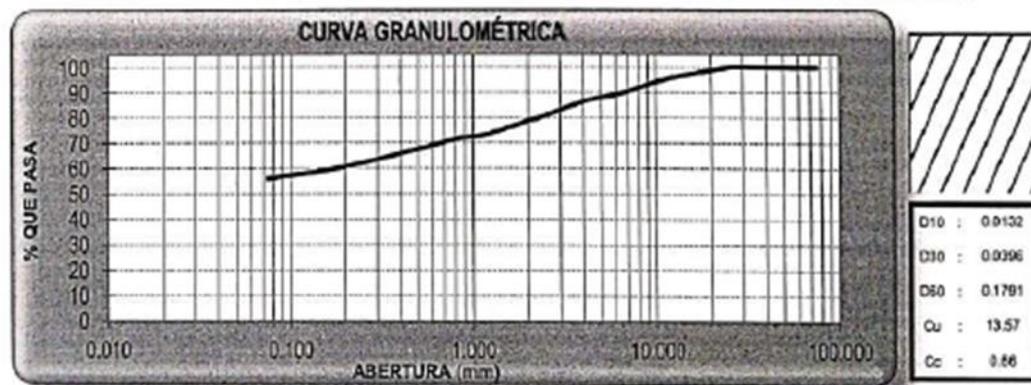
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 878.59

Peso perdido por lavado : 1121.41

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	24.56%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
						Límites e Índices de Consistencia
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	L Líquido : 63
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	L Plástico : 29
3/4"	19.000	30.11	1.51	1.51	98.49	Ind. Plasticidad : 34
1/2"	12.700	45.77	2.29	3.79	96.21	
3/8"	9.525	48.19	2.43	6.21	93.78	Clasificación de la Muestra
1/4"	6.350	83.40	4.17	10.39	89.61	Clas. SUCS : CH
No4	4.75	84.72	2.74	13.13	86.87	Clas. AASHTO : A-7-6 (16)
No8	2.360	131.03	6.55	19.68	80.32	
No10	2.000	31.00	1.55	21.23	78.77	Descripción de la Muestra
No10	1.180	107.20	5.36	26.59	73.41	SUCS: Arcilla densa arenosa
No20	0.850	29.94	1.49	28.08	71.92	AASHTO: Suelos arcillosos / Regular a malo
No30	0.600	58.74	2.84	30.92	69.08	
No40	0.420	55.98	2.78	33.70	66.30	Tiene un % de finos de = 56.07%
No50	0.300	52.72	2.64	36.34	63.66	
No60	0.250	28.45	1.42	37.76	62.24	
No80	0.190	44.10	2.21	39.97	60.03	Descripción de la Calicata
No100	0.150	21.66	1.08	41.05	58.95	C-2 : E-1
No200	0.075	57.56	2.88	43.93	56.07	Profundidad : 0.0 m - 1.50 m
< No200		1121.41	56.07	100.00	0.00	
Total		2000.00	100.00			



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Fco de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D-4318

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CANAL DE RIEGO CHULLAS - CUCHICHACA DE LA PROVINCIA DE POMABAMBA DE LA REGIÓN ANCASH

SOLICITANTE : CULQUITANTE GARCÍA JULIO - CHACALTANA VIERA, LUIS

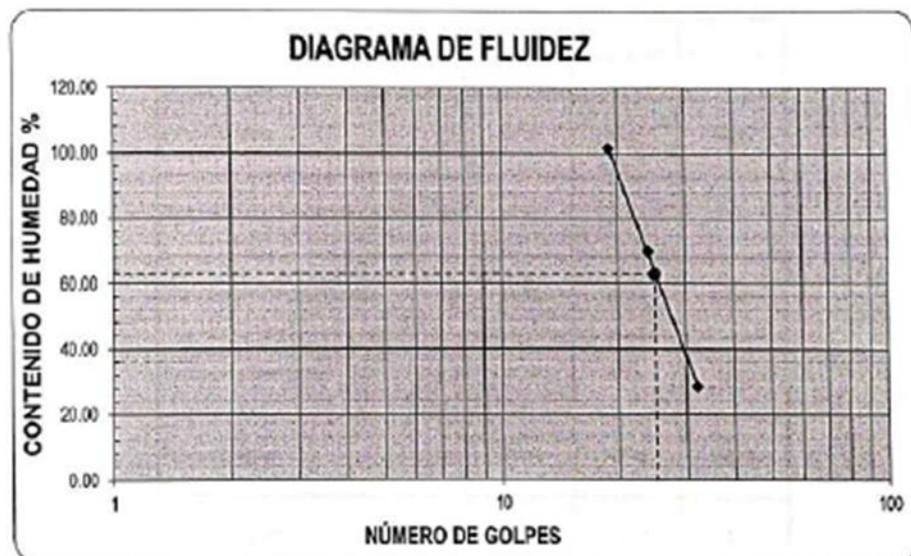
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : CULLAS / CUCHICHACA - POMABAMBA - ANCASH

FECHA : JUNIO DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AQUÍ A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-2 / E-1 / KM 01+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
N° de golpes	19	24	32	-	-
Peso de tara (g)	14.27	14.00	14.44	14.00	14.19
Peso de tara + suelo húmedo (g)	15.52	15.58	15.58	14.11	14.23
Peso tara + suelo seco (g)	14.09	14.95	15.05	14.10	14.22
Contenido de Humedad %	101.61	70.00	28.48	25.00	33.33
Límites %	63			29	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -140.50 \ln(x) + 515.590$$

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216

PROYECTO	:	DISÑO GEOMÉTRICO DEL CANAL DE RIEGO CHULLAS - CUCHICHACA DE LA PROVINCIA DE POMABAMBA DE LA REGIÓN ANCASH
SOLICITANTE	:	COLQUITANTE GARCÍA JULIO - CHACALTANA VIERA, LUIS
RESPONSABLE	:	ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	:	CHULLAS / CUCHICHACA - POMABAMBA - ANCASH
FECHA	:	JUNIO DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	:	C-2 / E-1 / KM 01+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	14.10	14.05	14.03
Peso del tarro + suelo húmedo (g)	81.37	73.60	70.00
Peso del tarro + suelo seco (g)	68.28	61.41	59.25
Peso del suelo seco (g)	54.18	47.36	45.22
Peso del agua (g)	13.00	12.10	10.75
% de humedad (%)	24.16	25.74	23.77
% de humedad promedio (%)	24.56		

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
ASTM D-422

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CANAL DE RIEGO CHULLAS - CUCHICHACA DE LA PROVINCIA DE POMABAMBA DE LA REGIÓN ANCASH

SOLICITANTE : CULQUINTANTE GARCÍA JULIO - CHACALTANA VERA, LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : CULLAS / CUCHICHACA - POMABAMBA - ANCASH

FECHA : JUNIO DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-3 / E-1 / KM 02+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

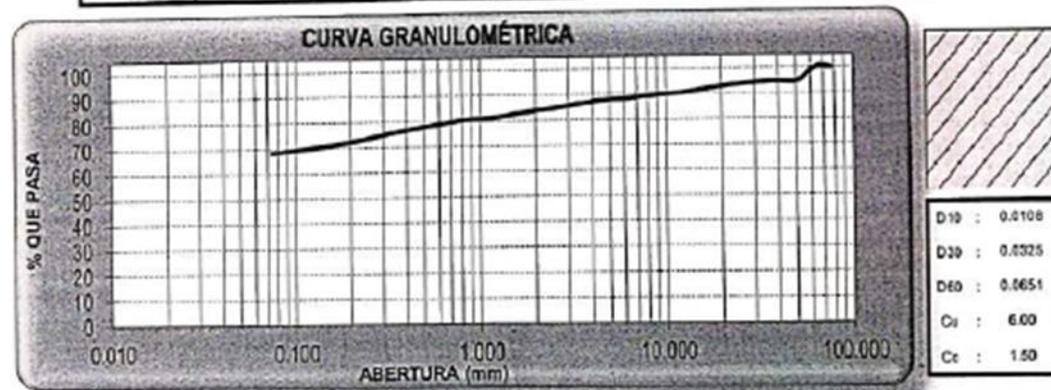
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 635.27

Peso perdido por lavado : 1364.73

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	20.01%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	104.96	5.25	5.25	94.75	Límites e Índices de Consistencia
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	5.25	94.75	
1"	25.400	23.30	1.02	6.26	93.74	L Líquido : 47
3/4"	19.050	23.03	1.15	7.41	92.59	L Plástico : 25
1/2"	12.750	40.24	2.01	9.42	90.57	Índ. Plasticidad : 22
3/8"	9.525	16.80	0.84	10.27	89.73	Clasificación de la Muestra
1/4"	6.350	27.39	1.37	11.64	88.36	Clas. SUCS : CL
No4	4.750	21.85	1.09	12.73	87.27	Clas. AASHTO : A-7.6 (14)
No8	2.360	58.40	2.82	15.55	84.45	Descripción de la Muestra
No10	2.000	11.22	0.56	16.11	83.89	SUCS: Arcilla ligera arenosa
No16	1.180	53.08	2.65	18.76	81.24	AASHTO: Suelos arcillosos / Regular a malo
No20	0.850	14.13	0.71	19.47	80.53	Tiene un % de finos de = 68.24%
No30	0.600	34.83	1.74	21.21	78.79	
No40	0.420	37.36	1.89	23.10	76.90	
No60	0.300	40.53	2.03	25.13	74.87	
no80	0.250	24.53	1.23	26.36	73.64	
No80	0.180	39.09	1.95	28.31	71.69	
No100	0.150	15.56	0.78	29.09	70.91	Descripción de la Calicota
No200	0.075	53.47	2.67	31.76	68.24	C-3 : E-1
< No200		1364.73	68.24	100.00	0.00	Profundidad : 0.0 m - 1.50 m
Total		2000.00	100.00			



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D-4318

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CANAL DE RIEGO CHULLAS - CUCHICHACA DE LA PROVINCIA DE POMABAMBA DE LA REGIÓN ANCASH

SOLICITANTE : CULQUITANTE GARCÍA JULIO - CHUACALTANA VIERA, LUIS

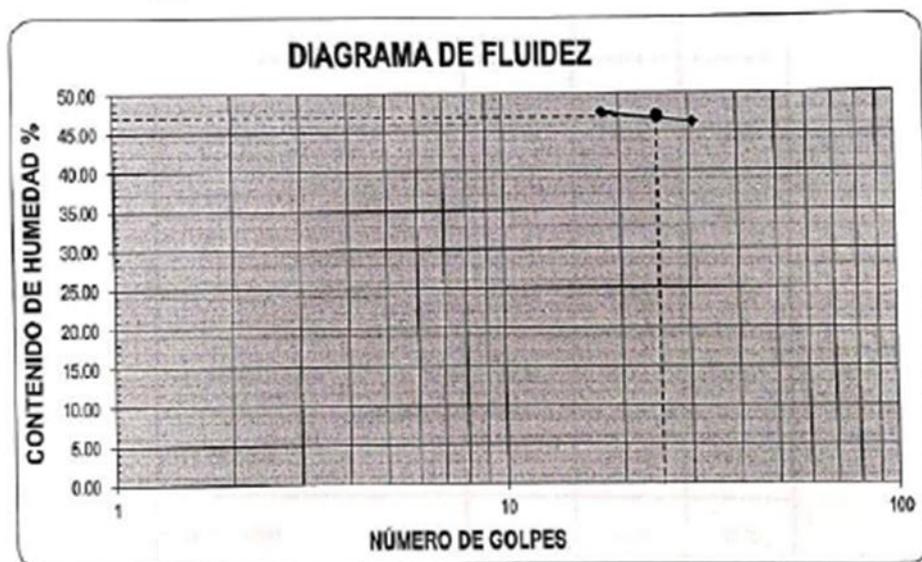
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : CULLAS / CUCHICHACA - POMABAMBA - ANCASH

FECHA : JUNIO DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-3 / E-1 / KM (2+03) / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
	19	25	31	-	-
N° de golpes					
Peso de tara (g)	14.33	14.20	13.95	14.06	14.47
Peso de tara + suelo húmedo (g)	17.34	16.43	16.27	14.53	14.89
Peso tara + suelo seco (g)	16.37	15.72	15.52	14.44	14.00
Contenido de Humedad %	47.55	46.71	46.30	23.68	27.27
Límites %	47			25	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -2.33 \ln(x) + 54.248$$

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216

PROYECTO	: DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CANAL DE RIEGO CHALLAS - CUCHICHACA DE LA PROVINCIA DE POMABAMBA DE LA REGIÓN ANCASH
SOLICITANTE RESPONSABLE	: CULQUITANTE GARCÍA JULIO - CHACALTANA VERA, LUIS
UBICACIÓN	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA CULLAS / CUCHICHACA - POMABAMBA - ANCASH
FECHA	: JUNIO DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	: C-3 / E-1 / KM 02+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	14.19	13.88	14.09
Peso del tarro + suelo húmedo (g)	78.87	78.17	66.16
Peso del tarro + suelo seco (g)	66.50	65.92	57.30
Peso del suelo seco (g)	52.31	52.04	43.21
Peso del agua (g)	10.37	10.25	8.86
% de humedad (%)	19.82	19.70	20.50
% de humedad promedio (%)	20.01		

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anix.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Mg de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ASTM D-422

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CANAL DE RIEGO CHULLAS - CUCHICHACA DE LA PROVINCIA DE POMABAMBA DE LA REGIÓN ANCASH

SOLICITANTE : CULQUITANTE GARCÍA JULIO - CHACALTANA VIEJA, LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : CULLAS / CUCHICHACA - POMABAMBA - ANCASH

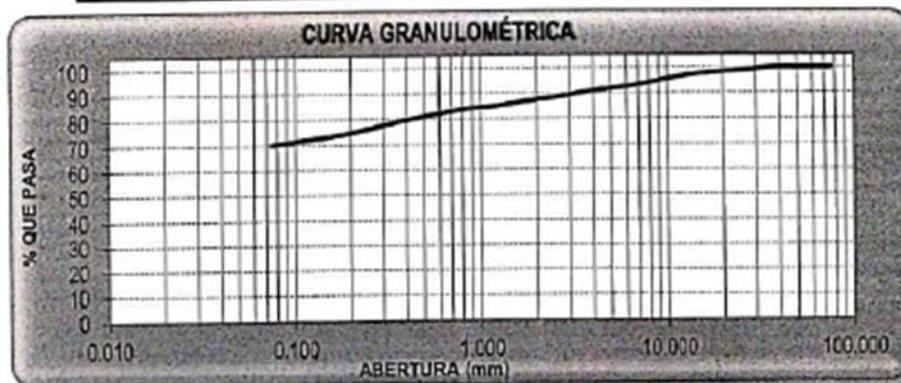
FECHA : JUNIO DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-4 / E-1 / KM 03+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00
 Peso de muestra seca luego de lavado : 594.80
 Peso perdido por lavado : 1405.20

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	21.06%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
						Límites e Índices de Consistencia
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	L Líquido : 59
1"	25.400	25.45	1.27	1.27	98.73	L Plástico : 31
3/4"	19.050	10.15	0.51	1.78	98.22	Ind. Plasticidad : 19
1/2"	12.700	29.16	1.46	3.24	96.77	Clasificación de la Muestra
3/8"	9.525	33.44	1.67	4.91	95.09	
1/4"	6.350	49.52	2.47	7.37	92.63	Clas. SUCS : MH
No.4	4.753	32.43	1.62	8.99	91.01	Clas. AASHTO : A-7.5 (14)
No.6	2.360	59.47	2.97	11.97	88.03	Descripción de la Muestra
No.10	2.000	11.69	0.58	12.55	87.45	
No.16	1.180	51.50	2.58	15.13	84.87	SUCS: Limo elástico arenoso
No.20	0.850	17.50	0.88	16.00	84.00	AASHTO: Suelos arcillosos / Regular a malo
No.30	0.600	39.05	1.95	17.96	82.04	Tiene un % de finos de = 70.26%
No.40	0.420	41.90	2.10	20.06	79.94	Descripción de la Calicata
No.50	0.300	46.90	2.35	22.40	77.60	
No.60	0.250	25.28	1.26	23.66	76.34	C-4 : E-1
No.80	0.180	43.83	2.19	25.85	74.15	Profundidad : 0.0 m - 1.50 m
No.100	0.150	17.94	0.90	26.75	73.25	
No.200	0.074	59.82	2.99	29.74	70.26	
<No.200		1405.20	70.26	100.00	0.00	
Total		2000.00	100.00			



D10	: 0.0105
D30	: 0.0316
D60	: 0.0632
Cu	: 6.00
Cc	: 1.50

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

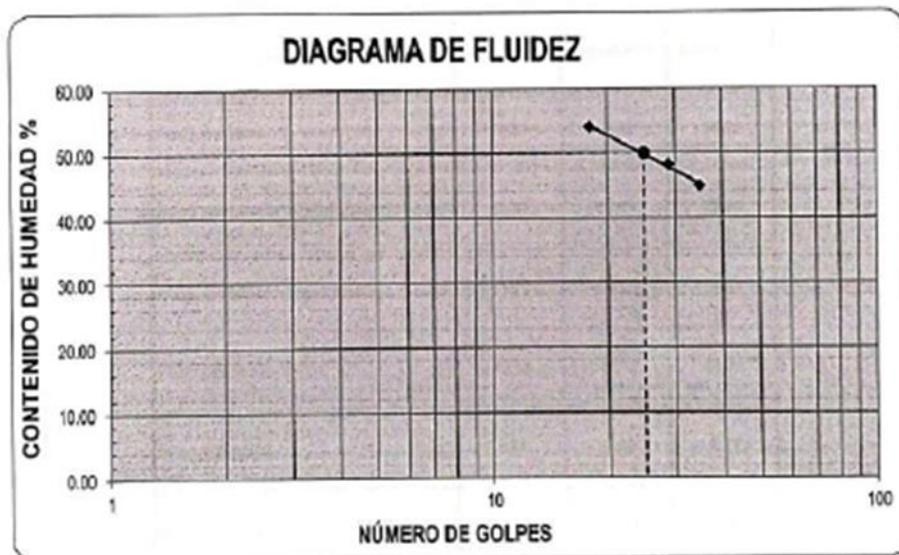


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D-4318

PROYECTO	:	DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CANAL DE RIEGO CHULLAS - CUCHICHACA DE LA PROVINCIA DE POMABAMBA DE LA REGIÓN ANCASH
SOLICITANTE	:	CULQUITANTE GARCÍA JULIO - CHACALTANA VERA, LUIS
RESPONSABLE	:	ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	:	CULLAS / CUCHICHACA - POMABAMBA - ANCASH
FECHA	:	JUNIO DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	:	C-4 / E-1 / NM 03-100 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
	15	25	35	-	-
N° de golpes	15	25	35	-	-
Peso de tara (g)	14.12	14.28	14.07	13.02	8.70
Peso de tara + suelo húmedo (g)	15.43	15.97	16.62	13.67	9.12
Peso tara + suelo seco (g)	14.07	15.42	15.83	13.52	9.62
Contenido de Humedad %	54.12	48.25	44.89	30.00	31.25
Límites %	50			31	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -13.58 \ln(x) + 93.488$$

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216

PROYECTO	:	DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CANAL DE RIEGO CHILLAS - CUCHICHACA DE LA PROVINCIA DE POMABAMBA DE LA REGIÓN ANCASH
SOLICITANTE	:	CULQUITANTE GARCÍA JULIO - CHACALTANA VERA, LUIS
RESPONSABLE	:	ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	:	CULLAS / CUCHICHACA - POMABAMBA - ANCASH
FECHA	:	JUNIO DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	:	C-4 / E-1 / KM 03+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	14.31	14.13	14.22
Peso del tarro + suelo húmedo (g)	59.57	69.11	69.70
Peso del tarro + suelo seco (g)	51.20	59.26	59.93
Peso del suelo seco (g)	36.89	45.13	45.71
Peso del agua (g)	8.57	9.85	9.77
% de humedad (%)	22.89	21.83	21.37
% de humedad promedio (%)	21.96		

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
ASTM D-422

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CANAL DE RIEGO CHULLAS - CUCHIYACA DE LA PROVINCIA DE POMABAMBA DE LA REGIÓN ANCASH

SOLICITANTE : CULQUITANTE GARCÍA JULIO - CHACALTANA YERA, LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : CULLAS / CUCHIYACA - POMABAMBA - ANCASH

FECHA : JUNIO DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-5 / E-1 / KM 04+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

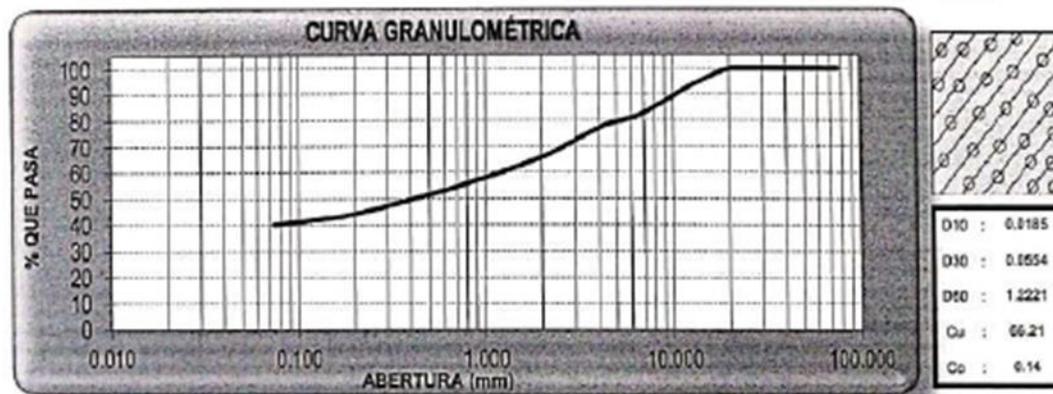
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1158.15

Peso perdido por lavado : 801.85

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	26.44%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	Límites e Índices de Consistencia
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : 54
3/4"	19.050	12.19	0.61	0.61	99.39	L. Plástico : 41
1/2"	12.700	119.17	5.96	6.57	93.43	Ind. Plasticidad : 13
3/8"	9.525	104.37	5.22	11.79	88.21	Clasificación de la Muestra
1/4"	6.350	134.92	6.75	18.53	81.47	
No4	4.75	76.93	3.85	22.38	77.62	Clas. SUCS : SG
No8	2.360	189.73	9.49	31.87	68.13	Clas. AASHTO : A-7-5 (2)
No10	2.000	48.70	2.44	34.30	65.70	Descripción de la Muestra
No16	1.180	120.16	6.01	40.31	59.69	
No20	0.850	64.70	3.24	43.54	56.46	SUCS: Arena arcillosa con grava
No30	0.600	67.17	3.36	46.90	53.10	
No40	0.420	99.32	5.02	49.92	50.08	AASHTO: Suelos arcillosos / Regular a malo
No60	0.250	55.04	2.75	52.67	47.33	
No80	0.180	29.09	1.45	54.12	45.88	Tiene un % de finos de = 40.00%
No100	0.150	46.78	2.34	56.46	43.54	
No200	0.075	19.62	0.98	57.44	42.56	Descripción de la Calicata
< No200		49.30	2.47	59.91	40.09	
Total		801.85	40.09	100.00	0.00	C-5 : E-1
						Profundidad : 0.0 m - 1.50 m



CAMPUS TRUJILLO
Av. Iareo 1770.
Tel: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

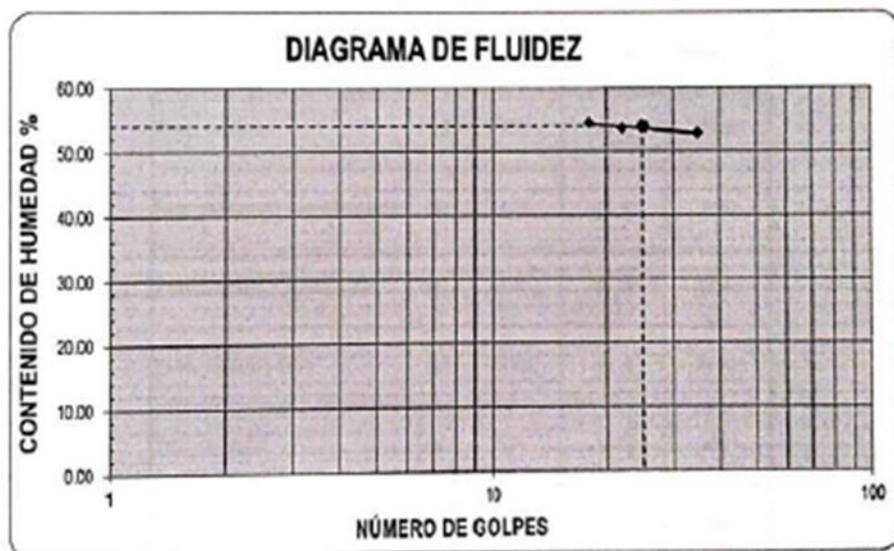


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D-4318

PROYECTO	:	DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CANAL DE RIEGO CHULLAS - CUCHICHACA DE LA PROVINCIA DE POMABAMBA DE LA REGIÓN ANCASH
SOLICITANTE	:	CALQUITANTE GARCÍA JULIO - CHACALTANA VIEJA, LUIS
RESPONSABLE	:	ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	:	CHULLAS / CUCHICHACA - POMABAMBA - ANCASH
FECHA	:	JUNIO DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	:	C-5 / E-1 / KM 04+200 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA						
Descripción		Límite Líquido			Límite Plástico	
		10	22	25	-	-
N° de golpes		10	22	25	-	-
Peso de tara	(g)	14.10	14.23	8.07	8.63	7.83
Peso de tara + suelo húmedo	(g)	16.14	16.20	9.40	8.95	8.53
Peso tara + suelo seco	(g)	15.42	15.57	8.94	8.86	8.32
Contenido de Humedad	%	54.55	53.73	52.87	39.13	42.88
Límites	%	54			41	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -2.40 \ln(x) + 61.338$$

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CANAL DE RIEGO CHILLAS - CUCHICHACA DE LA PROVINCIA DE POMABAMBA DE LA REGIÓN ANCASH

SOLICITANTE : CULQUITANTE GARCÍA, JULIO - CHACALTANA VERA, LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : CULLAS / CUCHICHACA - POMABAMBA - ANCASH

FECHA : JUNIO DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-5 / E-1 / KM 04+360 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	14.05	14.12	14.08
Peso del tarro + suelo húmedo (g)	64.02	75.06	74.91
Peso del tarro + suelo seco (g)	53.37	62.35	62.40
Peso del suelo seco (g)	39.32	48.23	48.32
Peso del agua (g)	10.65	12.71	12.51
% de humedad (%)	27.09	26.35	25.89
% de humedad promedio (%)	26.44		

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211974
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
ASTM D-422

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CANAL DE RIEGO CHULLAS - CUCHICHACA DE LA PROVINCIA DE POMABAMBA DE LA REGIÓN ANCASH

SOLICITANTE : CONDOMINIO GARCÍA JULIO - CHACALTANA VERA, LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : CULLAS / CUCHICHACA - POMABAMBA - ANCASH

FECHA : JUNIO DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUIA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-6 / E-1 / KM 05+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

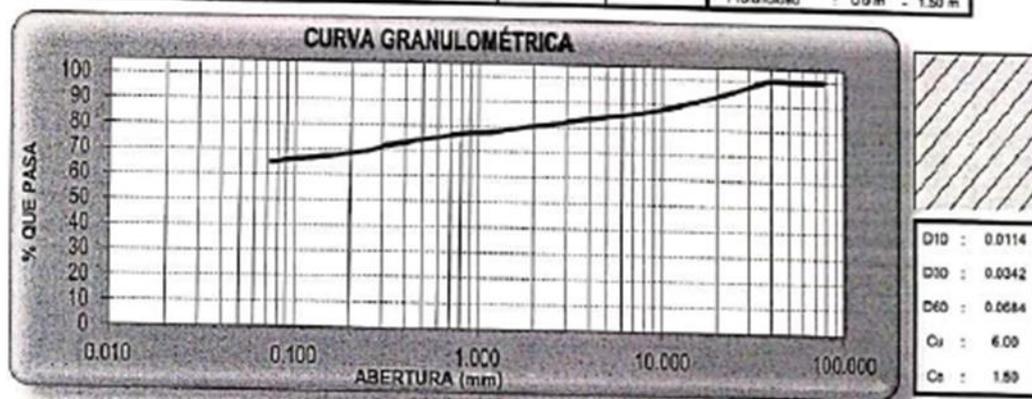
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 702.23

Peso perdido por lavado : 1297.77

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	22.29%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Límites e Índices de Consistencia
1"	25.400	87.33	4.12	4.12	95.88	
3/4"	19.050	53.83	2.69	6.81	93.19	L Plástico : 28
1/2"	12.750	67.16	3.36	10.17	89.83	Ind. Plasticidad : 16
3/8"	9.525	69.36	2.92	12.99	87.02	Clasificación de la Muestra
1/4"	6.350	46.83	2.34	14.53	85.47	
No4	4.750	30.70	1.54	16.06	83.94	Clas. AASHTO : A-7-6 (10)
No8	2.360	58.44	2.92	18.98	81.02	Descripción de la Muestra
No10	2.000	10.86	0.54	19.53	80.47	
No15	1.180	53.33	2.67	22.19	77.81	AASHTO: Suelos arcillosos / Regular a malo
No20	0.850	14.14	0.71	22.90	77.10	
No30	0.600	25.78	1.29	24.69	75.31	Descripción de la Calicata
No40	0.425	26.47	1.82	26.51	73.49	
No60	0.250	36.81	1.84	28.36	71.64	Profundidad : 0.0 m - 1.50 m
No80	0.180	34.03	1.70	30.06	69.94	
No100	0.150	13.52	0.68	30.74	69.26	
No200	0.075	47.45	2.37	33.11	66.89	
< No200		1297.77	64.89	100.00	0.00	
Total		2000.00	100.00			



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211974
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D-4318

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CANAL DE RIEGO CHULLAS - CUCHICHACA DE LA PROVINCIA DE POMABAMBA DE LA REGIÓN ANCASH

SOLICITANTE : CULQUITANTE GARCÍA JULIO - CHACALTANA VIERA, LUIS

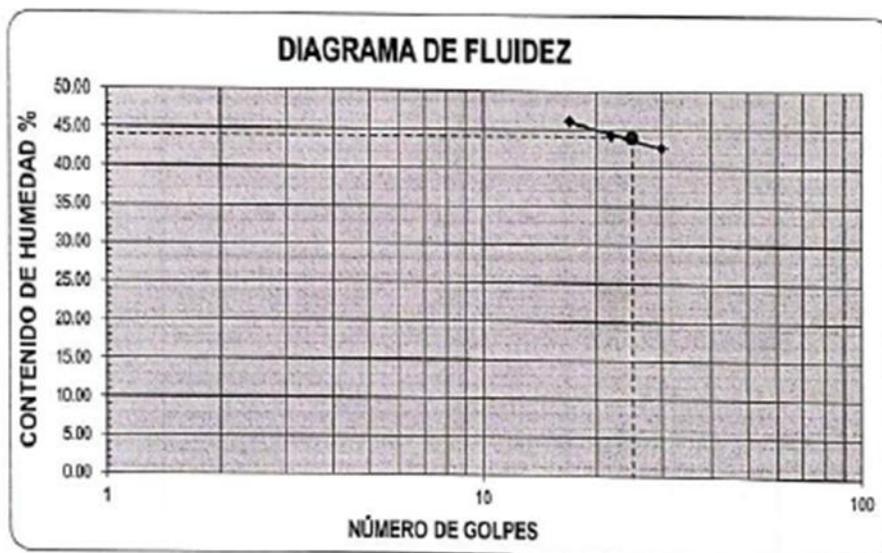
RESPONSABLE : ING. BRYAN ENRIQUE CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : CULLAS / CUCHICHACA - POMABAMBA - ANCASH

FECHA : JUNIO DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-6 / E-1 / KM05+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
	17	22	30	-	-
N° de golpes	17	22	30	-	-
Peso de tara (g)	50.80	47.30	50.56	50.72	52.67
Peso de tara + suelo húmedo (g)	54.57	50.30	53.00	51.15	52.97
Peso tara + suelo seco (g)	53.30	49.47	52.27	51.85	52.91
Contenido de Humedad %	46.12	44.23	42.69	30.30	25.00
Límites %	44			28	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -6.01 \ln(x) + 63.030$$

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Enrique Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CANAL DE RIEGO CHULLAS - CUCHICHACA DE LA PROVINCIA DE POMABAMBA DE LA REGIÓN ANCASH

SOLICITANTE : COLCITANTE GARCÍA JULIO - CHACALTANA VERA, LEIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : CULLAS / CUCHICHACA - POMABAMBA - ANCASH

FECHA : JUNIO DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-8 / E-1 / KM 06+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	14.25	14.14	14.06
Peso del tarro + suelo húmedo (g)	73.79	78.48	71.72
Peso del tarro + suelo seco (g)	63.01	66.63	61.25
Peso del suelo seco (g)	48.76	52.49	47.19
Peso del agua (g)	10.78	11.85	10.47
% de humedad (%)	22.11	22.58	22.19
% de humedad promedio (%)	22.29		

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ASTM D-422

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CANAL DE RIEGO CHULLAS - CUCHICHACA DE LA PROVINCIA DE POMABAMBA DE LA REGIÓN ANCASH

SOLICITANTE : CULQUITANTE GARCÍA JULIO - CHACALTANA VIERA, LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : CULLAS / CUCHICHACA - POMABAMBA - ANCASH

FECHA : JUNIO DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUIA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

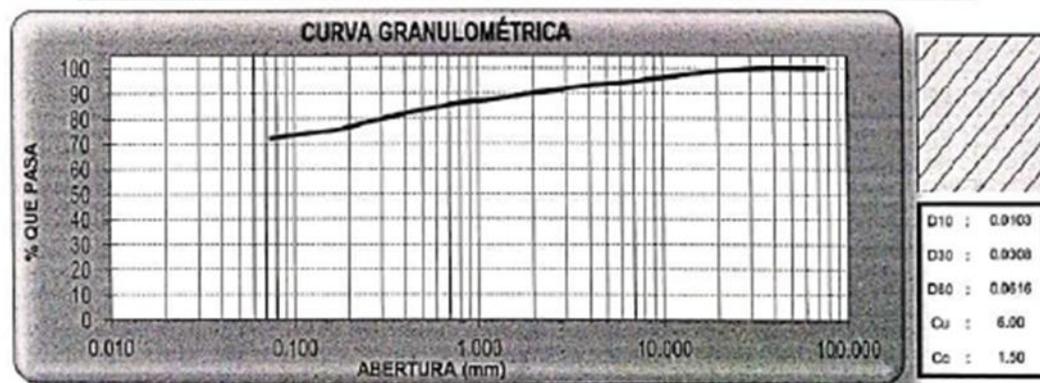
MUESTRA : C-7 / E-1 / KM 06+006 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00
 Peso de muestra seca luego de lavado : 500.07
 Peso perdido por lavado : 1441.33

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	22.89%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
Límites e Índices de Consistencia						
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : 45
1"	25.400	12.28	0.61	0.61	99.39	L. Plástico : 34
3/4"	19.050	13.86	0.69	1.27	98.73	Ind. Plasticidad : 11
1/2"	12.700	31.66	1.58	2.85	97.15	
3/8"	9.525	22.80	1.14	3.99	96.01	
1/4"	6.350	33.00	1.65	5.64	94.36	
No4	4.75	22.40	1.12	6.76	93.24	
No8	2.360	52.97	2.65	9.41	90.59	
No10	2.000	11.06	0.55	9.96	90.04	
No15	1.180	63.46	2.67	12.63	87.37	
No20	0.850	18.94	0.90	13.54	86.46	
No30	0.600	39.90	2.00	15.54	84.46	
No40	0.420	43.16	2.16	17.72	82.28	
No50	0.300	48.42	2.42	20.14	79.86	
No60	0.250	25.18	1.26	21.40	78.60	
No80	0.180	50.51	2.78	24.18	75.82	
No100	0.150	15.21	0.81	24.99	75.01	
No200	0.074	58.88	2.94	27.93	72.07	
< No200		1441.33	72.07	100.00	0.00	
Total		2000.00	100.00			

Clas. SUCS : CL
 Clas. AASHTO : A-7-5 (9)
 Descripción de la Muestra
 SUCS: Arcilla ligera arenosa
 AASTHO: Suelos arcillosos / Regular a malo
 Tiene un % de finos de = 72.07%
 Descripción de la Calicata
 C-7 : E-1
 Profundidad : 0.0 m - 1.50 m



CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax.: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

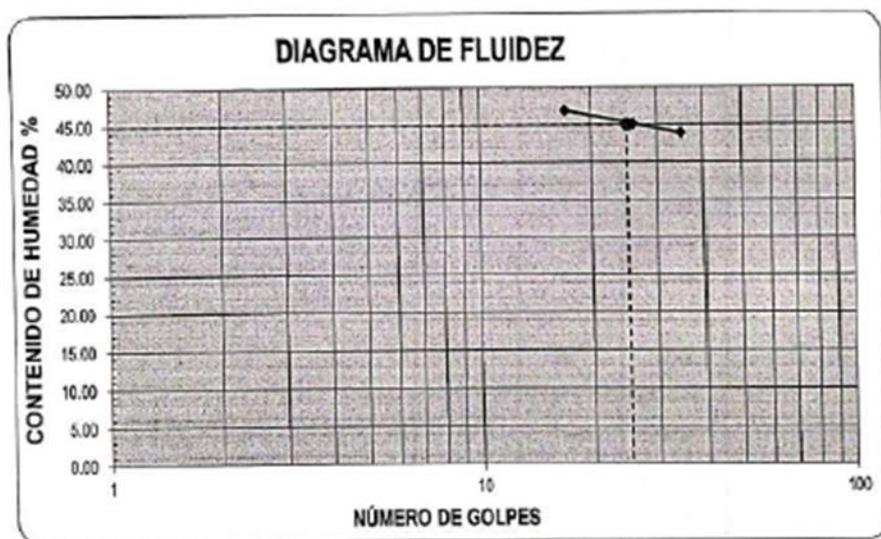


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D-4318

PROYECTO	:	DESGE GEOMÉTRICO DEL CANAL DE RIEGO CHULLAS - CUCHICHACA DE LA PROVINCIA DE POMABAMBA DE LA REGIÓN ANCASH
SOLICITANTE	:	CUQUITANTE GARCÍA JULIO - CHACALTANA VIEJA, UUS
RESPONSABLE	:	ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	:	CHULLAS / CUCHICHACA - POMABAMBA - ANCASH
FECHA	:	JUNIO DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	:	C-7 / E-1 / KM 06+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
	17	26	35	-	-
Nº de golpes					
Peso de tara (g)	49.66	50.96	51.24	50.85	51.15
Peso de tara + suelo húmedo (g)	52.54	54.53	54.32	51.21	51.50
Peso tara + suelo seco (g)	51.62	53.42	53.38	51.12	51.41
Contenido de Humedad %	46.94	45.12	43.93	33.33	34.62
Límites %	45			34	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elabore de a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -4.18 \ln(x) + 58.770$$

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CANAL DE RIEGO CHULLAS - CUCHICHACA DE LA PROVINCIA DE POMABAMBA DE LA REGIÓN ANCASH

SOLICITANTE : CULCITANTE GARCÍA JULIO - CHACALTANA VERA, LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : CULLAS / CUCHICHACA - POMABAMBA - ANCASH

FECHA : JUNIO DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-7 / E-1 / K4 06-000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	14.20	14.25	14.27
Peso del tarro + suelo húmedo (g)	74.29	69.50	70.99
Peso del tarro + suelo seco (g)	63.32	59.02	60.75
Peso del suelo seco (g)	49.12	44.77	46.48
Peso del agua (g)	10.97	10.48	10.24
% de humedad (%)	22.33	23.41	22.03
% de humedad promedio (%)	22.59		

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe