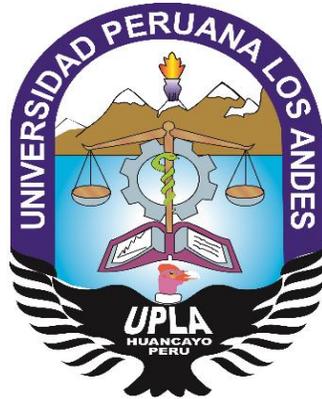


**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**TESIS**

**APLICACIÓN DE GEOMEMBRANAS PARA REDUCIR LAS  
PÉRDIDAS DE AGUA POR INFILTRACION DEL CANAL DE  
RIEGO CAQUI, PROVINCIA DE HUARAL**

**PRESENTADO POR:**

Bach. Gaspar Romero, Elvia Mairubi

**Línea de Investigación Institucional:**

Salud y Gestión de Salud

**Línea de Investigación por programa de estudios:**

Hidráulica

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:**

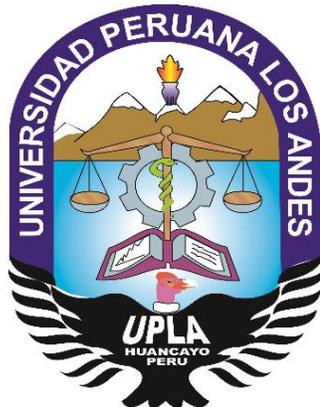
**INGENIERA CIVIL**

**LIMA- PERÚ**

**2019**

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**TESIS**

**APLICACIÓN DE GEOMEMBRANAS PARA REDUCIR LAS  
PÉRDIDAS DE AGUA POR INFILTRACION DEL CANAL DE  
RIEGO CAQUI, PROVINCIA DE HUARAL**

**PRESENTADO POR:**

Bach. Elvia Mairubi Gaspar Romero

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERA CIVIL**

**LIMA- PERÚ**

**2019**

**ASESORES**

Dr. Apolinar Saldaña Ponte

Ing. Guido Rubén Benigno Pebe

**DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a Dios, por darme mucha sabiduría y fortaleza para culminar con éxito este proyecto de investigación, donde los más altos logros se muestran en ello, demostrando el interés por ser cada día mejor.

**AGRADECIMIENTO**

A Dios, por darme mucha sabiduría en el transcurso de la elaboración del proyecto de investigación.

A mi madre que estuvo apoyándome de forma incondicional.

A los ingenieros asesores por formar parte del proceso de investigación y por sus aportes con sus experiencias.

Gracias a todos por formar parte de esta etapa de mi vida.

## HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

---

**PRESIDENTE**

Dr. CASIO AURELIO TORRES LÓPEZ

---

Ing. RANDO PORRAS OLARTE

**JURADO**

---

Ing. CHRISTIAN MALLAUPOMA REYES

**JURADO**

---

Ing. JULIO FREDY PORRAS MAYTA

**JURADO**

---

Ing. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA

**SECRETARIO DOCENTE**

## INDICE GENERAL

RESUMEN.....	XII
ABSTRACT .....	XIII
INTRODUCCION .....	XIV
CAPITULO I.....	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACION .....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Formulación y sistematización del problema.....	2
1.2.1. Problema general .....	2
1.2.2. Problemas específicos: .....	2
1.3. Justificación: .....	2
1.3.1. Social o práctica:.....	3
1.3.2. Metodológica:.....	3
1.4. Delimitaciones .....	3
1.4.1. Delimitación espacial.....	3
1.4.2. Delimitación temporal.....	5
1.4.3. Delimitación económica. ....	5
1.5. Limitaciones.....	5
1.6. Objetivos:.....	5
1.6.1. Objetivo general: .....	5
1.6.2. Objetivos específicos: .....	5
CAPITULO II.....	6
MARCO TEORICO .....	6
2.1. Antecedentes:.....	6
2.1.1. Nacionales: .....	6
2.1.2. Internacionales: .....	10
2.2. Marco conceptual:.....	11
2.2.1. Proyecto de irrigación: .....	11

2.2.2. Aspectos climáticos .....	11
2.2.3. Estudio de suelos:.....	12
2.2.4. Canales.....	13
2.2.5. Canal revestido con geomembrana HDPE.....	19
2.2.6. Pérdidas de agua por infiltración .....	27
2.2.7. Transiciones .....	28
2.2.8. Diseño hidráulico de canales:.....	31
2.3. Definición de términos: .....	39
2.3.1. Análisis granulométricos .....	39
2.3.2. Cédula de cultivos.....	39
2.3.3. Coeficientes de cultivo (Kc) .....	39
2.3.4. Erosión en canales .....	39
2.3.5. Evapotranspiración del cultivo .....	39
2.3.6. Precipitación efectiva (Pe).....	39
2.3.7. Proyecto de irrigación: .....	40
2.3.8. Sellado por extrusión.....	40
2.3.9. Sellado por fusión.....	40
2.3.10. Talud del canal.....	40
2.4. Hipótesis .....	40
2.4.1. Hipótesis general:.....	40
2.4.2. Hipótesis específicas:.....	40
2.5. Variables .....	41
2.5.1. Definición conceptual de la variable: .....	41
2.5.2. Definición operacional de la variable:.....	41
2.5.3. Operacionalización de la variable:.....	43
CAPITULO III.....	44
METODOLOGIA.....	44
3.1. Método de investigación:.....	44
3.2. Tipo de Investigación:.....	44

3.3. Nivel de investigación:.....	44
3.4. Diseño de investigación:.....	44
3.5. Población y muestra: .....	45
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos: .....	46
3.7. Técnicas y Análisis de Datos. ....	46
CAPITULO IV.....	47
RESULTADOS.....	47
4.1. Descripción del canal de riego Caqui (PRE TEST) .....	47
4.1.1. Cálculo de pérdidas de agua por infiltración en el canal de riego Caqui revestido con concreto. (PRE TEST).....	47
4.2. Propuesta de Mejora.....	61
4.3. Cálculo de pérdidas de agua por infiltración con aplicación del software Hcanales en el canal de riego Caqui revestido con geomembrana HDPE. (POS TEST). 65	
4.4. Situación de mejora.....	69
CAPITULO V.....	74
DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	74
5.1. Discusión del cálculo del caudal de diseño del canal de riego de caqui con revestimiento de Concreto:.....	74
5.2. Discusión de la aplicación del software Hcanales para determinar las pérdidas por infiltración en un canal revestido con geomembranas HDPE. ....	74
5.3. Discusión de análisis de costos directos.....	75
CONCLUSIONES.....	76
RECOMENDACIONES .....	77
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	78
ANEXOS.....	80
ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA	
ANEXO 02: MODELO DE FICHAS DE RCOLECCION DE DATOS	

ANEXO 03: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ANEXO 04: CALCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO DEL CANAL CAQUI

ANEXO 05: FICHA DE CALCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO

ANEXO 06: FICHA TECNICA DE LA GEOMEMBRANA HDPE

ANEXO 07: COSTOS Y PRESUPUESTOS DEL CANAL CAQUI

ANEXO 08: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEXO 09: PLANOS

ANEXO 10: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

**INDICE DE TABLAS**

TABLA 1: VALORES DE PERMEABILIDAD DE DIVERSOS SUELOS .....	21
TABLA 2: RADIO MÍNIMO EN CANALES ABIERTOS EN FUNCIÓN AL CAUDAL. ....	29
TABLA 3: RADIO MÍNIMO EN CANALES ABIERTOS EN FUNCIÓN DEL ESPEJO DE AGUA. 29	
TABLA 4: RADIO MÍNIMO EN CANALES ABIERTOS .....	29
TABLA 5: RELACIÓN PLANTILLA VS TIRANTE PARA, MÁXIMA EFICIENCIA, MÍNIMA INFILTRACIÓN Y EL PROMEDIO DE AMBAS. ....	32
TABLA 6: PENDIENTES ADMISIBLES EN CANALES DE TIERRA. ....	34
TABLA 7: TALUDES RECOMENDADOS.....	34
TABLA 8: CAUDAL VS ANCHO DE SOLERA. ....	35
TABLA 9: BORDE LIBRE EN FUNCIÓN AL CAUDAL.....	35
TABLA 10: BORDE LIBRE EN FUNCIÓN DE LA PLANTILLA DEL CANAL.....	36
TABLA 11: VALORES DE “N” DADOS POR HORTON PARA SER EMPLEADOS EN LAS FÓRMULAS DE KUTTER Y MANNING. ....	37
TABLA 12: ANÁLISIS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL.....	45
TABLA 13: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA GEOMEMBRANA HDPE. ....	63
TABLA 14: VALORES DE PERMEABILIDAD DE VARIOS SUELOS CON RELACIÓN A LA GEOMEMBRANA.....	64

**INDICE DE GRAFICOS**

GRAFICO N°1: SECCIONES HIDRAULICAS .....	15
GRAFICO N° 2: ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE UN CANAL .....	16
GRAFICO N° 3: EXTENSIÓN DE LA GEOMEMBRANA.....	22
GRAFICO N° 4: SELLADO POR FUSIÓN .....	24
GRAFICO N° 5: ESQUEMA TIPICO DE UNA TRANSICION.....	28
GRAFICO N°6: ELEMENTOS DE UNA CURVA EN EL TRAZO DE CANALES.....	30
GRAFICO N°7: DISEÑO DE ESPESOR DE REVESTIMIENTO DEL CANAL.....	38

## RESUMEN

La presente investigación respondió a la siguiente interrogante: ¿Qué efectos produce la aplicación de geomembranas en las pérdidas de agua por infiltración del canal de riego de Caqui, distrito de Aucallama?, el objetivo general fue; evaluar los efectos que produce la aplicación de geomembranas en las pérdidas de agua por infiltración del canal de riego de Caqui, distrito de Aucallama, y la hipótesis general que se contrastó fue: la aplicación de geomembranas disminuye las pérdidas de agua por infiltración del canal de riego de Caqui, distrito de Aucallama.

El método general utilizado fue el científico, el tipo de investigación fue la aplicada, el nivel de investigación fue el descriptivo - explicativo y el diseño fue experimental. La población estuvo conformada por el canal Caqui del distrito de Aucallama, provincia de Huaral, el tipo de muestra fue no probabilístico por conveniencia, representado por 1km de longitud desde la progresiva 2+220 hasta 3+220 del canal Caqui del Distrito de Aucallama de la Provincia de Huaral.

La conclusión fundamental de esta investigación fue la existencia de pérdidas considerables de agua en el canal existente (canal de riego Caqui) y con la aplicación de geomembranas se va disminuir las pérdidas de agua por infiltración. Por lo cual se recomienda revestir el canal de riego con geomembrana HDPE, ya que en los resultados se demuestra menor pérdida de agua (8.41L/s) a diferencia de un canal revestido con un sistema tradicional (concreto) se pierde 25.78L/s. de agua.

**Palabras claves:** Geomembrana HDPE, pérdidas de agua por infiltración, sistema de impermeabilización.

## ABSTRACT

The present investigation answers the following question: What effects does the application of geomembranes have on water losses due to infiltration in the irrigation channel of Caqui, Aucallama district? The general objective was; evaluate the effects produced by the application of geomembranes in water losses due to infiltration in the irrigation channel of Caqui, Aucallama district, and the general hypothesis that was contrasted was: the application of geomembranes reduces water losses due to infiltration in the irrigation channel of Caqui, district of Aucallama.

The general method used was the Scientist, the type of research was applied, the level of research was descriptive - explanatory and the design was experimental. The population was formed by the Caqui channel of the Aucallama district, province of Huaral; the type of sample was not probabilistic for convenience, represented by 1km in length from the progressive 2 + 220 to 3 + 220 of the Caqui channel of the Aucallama District of the Province of Huaral.

The main conclusion of this investigation was the existence of considerable losses of water in the existing channel (Caqui irrigation channel) and with the application of geomembranes, water losses due to infiltration will be reduced. Therefore, it is recommended to cover the irrigation channel with HDPE geomembrane, since the results show less water loss (8.41L / s), unlike a channel lined with a traditional (concrete) system, 25.78L / s is lost. . of water.

**Keywords:** HDPE Geomembrane, infiltration water losses, waterproofing system.

## INTRODUCCION

Con la presente tesis: **Aplicación de geomembranas para reducir las pérdidas de agua por infiltración del canal de riego de Caqui, distrito de Aucallama, provincia de Huaral**. Se da a conocer una solución de revestimiento e impermeabilización del canal de Caqui, así como también servir como guía para el revestimiento en los demás sistemas de riego.

El canal de Caqui, en el tramo de estudio está construido con concreto, pero debido a los años el canal se ve deteriorado, poroso, por lo que en su recorrido sufre pérdidas considerables de agua, taludes erosionados, afectando de esa manera directamente a los terrenos de cultivo; se recomienda el revestimiento con geomembrana HDPE, ya que es un material muy impermeable, de bajo costo, resistente a la intemperie y rayos ultra violeta.

Este estudio está estructurado en cinco capítulos y es como sigue:

**Capítulo I:** Desarrollamos el planteamiento del problema, formulación y sistematización del problema, justificación, delimitaciones, limitaciones y objetivos.

**Capítulo II:** Desarrollamos el marco teórico, antecedentes nacionales e internacionales de investigaciones similares en el área de la ingeniería hidráulica, conceptos básicos de la geomembrana y de las pérdidas de agua por infiltración, definiciones de términos, hipótesis y las variables de la investigación.

**Capítulo III:** Desarrollamos la metodología, tipo de investigación, nivel de investigación, población, muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, técnicas y análisis de datos.

**Capítulo IV:** Este capítulo contiene los resultados de la investigación, en base al tema cualitativo y cuantitativo del estudio.

**Capítulo V:** Este capítulo trata de la discusión de resultados de estudio.

Finalmente se especifican las conclusiones, Recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos.

# CAPITULO I

## EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

### 1.1. Planteamiento del problema

Actualmente, en el distrito de Aucallama, provincia de Huaral, **existe una ineficiencia del sistema de riego**, uno de los factores importantes son las estructuras de riego y las mediciones del mismo en los diferentes canales de riego de su sistema, insuficientes para una distribución eficiente del agua para el riego, por lo tanto, es necesario implementar un mayor número de estructuras de control y medición para evitar pérdidas y aumentar un poco la eficiencia de la distribución y gestión del agua.

Es necesario continuar con el revestimiento para controlar la erosión progresiva y la fuga de agua debido a la infiltración que como resultado, actualmente tiene una gestión deficiente del agua y una deficiencia de distribución, alcanzando un valor de pérdida promedio de más del 50%.

Esta baja eficiencia conduce a la infiltración, la fuga de agua en las estructuras de control. Todos estos hechos no permiten que el suministro de recursos hídricos a tiempo satisfaga las necesidades de los cultivos instalados en su área de influencia, lo que conduce a disminuciones y pérdidas de los rendimientos de la producción agrícola, que se agrava durante el período de poca agua.

Por tanto, para evitar la infiltración, se utilizan recubrimientos de concreto simples y, en algunos casos, mampostería; que debido al alto costo de la ejecución, muchos de los proyectos están paralizados, por lo que en esta tesis de investigación se consideró conveniente buscar soluciones alternativas como la cobertura de geomembranas, que también la Autoridad Nacional del Agua (ANA) lo detalla en su manual: CRITERIOS DE DISEÑOS DE OBRAS

## HIDRAULICAS PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS HIDRAULICOS MULTISECTORIALES Y DE AFIANZAMIENTO HIDRICO.

Esta investigación presenta una solución práctica alternativa que produce resultados favorables en la operación hidráulica, el diseño y el recubrimiento para reducir las fugas de agua debido a la infiltración. Se ve por conveniente el sustituto del revestimiento de concreto simple, que normalmente se proyecta en los canales de riego ha sido reemplazado por un revestimiento de geomembrana, ya que es impermeable, económico, ecológico y tiene una buena función hidráulica; abasteciendo de esta manera oportunamente a los terrenos de cultivo, beneficiándose por ende la comisión de regantes del distrito de Aucallama, provincia de Huaral.

### **1.2. Formulación y sistematización del problema**

#### **1.2.1. Problema general**

¿Qué efectos produce la aplicación de geomembranas en las pérdidas de agua por infiltración del canal de riego de Caqui?

#### **1.2.2. Problemas específicos:**

- a) ¿De qué manera la aplicación de geomembranas se relaciona con las propiedades mecánicas del suelo de fundación, del canal de riego de Caqui?
- b) ¿Qué efectos produce la aplicación de geomembranas en el caudal de diseño del canal de riego de Caqui?

### **1.3. Justificación:**

Este trabajo de investigación tiene como objetivo establecer una alternativa técnica para resolver las condiciones rústicas de la infraestructura de riego, que viene afectando a la comisión de regantes del distrito de Aucallama, provincia de Huaral.

#### 1.3.1. **Social o práctica:**

La investigación tiene relevancia social, ya que los resultados obtenidos son una contribución a la Comisión de Regantes del distrito de Aucallama, provincia de Huaral, y para los profesionales interesados en nuevas alternativas de revestimiento en canales; ya que facilitará la preparación de estudios para mejorar nuevos canales de riego; que tiene un impacto social, logrando el desarrollo socioeconómico y mejorando así la calidad de vida de los agricultores.

#### 1.3.2. **Metodológica:**

Las herramientas que se diseñarán y desarrollarán para la investigación servirán para recopilar información, para analizar los datos, los mismos que han sido guiado y orientados en todo momento por el método científico.

La metodología utilizada será utilizada para investigaciones similares y otros temas.

### 1.4. **Delimitaciones**

#### 1.4.1. **Delimitación espacial.**

El presente estudio fue desarrollado en el distrito de Aucallama, provincia de Huaral, específicamente en el canal de riego de Caqui.

DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO:

UBICACIÓN:

Departamento : Lima

Provincia : Huaral

Distrito : Aucallama

Coordenadas UTM : 262000E-8720999

Altitud : 153m.

## UBICACIÓN DEL PROYECTO EN EL AMBITO DISTRICTAL



#### 1.4.2. **Delimitación temporal**

El presente estudio de investigación se realizó durante el periodo comprendido entre marzo y julio del presente año en curso.

#### 1.4.3. **Delimitación económica.**

El presente estudio se realizó sin financiamiento externo, limitado solo a los recursos propios del investigador.

#### 1.5. **Limitaciones.**

En el desarrollo de la investigación se presentó las siguientes limitaciones:

- En un principio no se contó con recursos materiales como es el caso del correntómetro para poder medir el caudal del canal de Caqui, por el cual se recurrió a medir con el método del flotador, pero debido a la precisión de resultados que se adquiere con el correntómetro se tuvo que alquilar.
  
- El tema que abordé no tiene suficiente sustento documental, por tanto gran parte de la información se basó en trabajo de campo (aforos realizados en el mes de abril y mayo).

#### 1.6. **Objetivos:**

##### 1.6.1. **Objetivo general:**

Evaluar los efectos que produce la aplicación de geomembranas en las pérdidas de agua por infiltración del canal de riego de Caqui.

##### 1.6.2. **Objetivos específicos:**

- a) Establecer la relación que existe entre la aplicación de geomembranas y las propiedades mecánicas del suelo de fundación, del canal de riego de Caqui.
  
- b) Determinar los efectos que produce la aplicación de geomembranas en el caudal de diseño, del canal de riego de Caqui.

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1. Antecedentes:

##### 2.1.1. Nacionales:

a) Urquiza y Henry, (2017), realizó la investigación: ***Mejoramiento de la infraestructura hidráulica y las técnicas de aplicación de agua para riego de los productores agrícolas del caserío colpa Yanasarina, distrito Huamachuco – Sánchez Carrión - la libertad, en la Universidad Nacional de Trujillo.*** La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

1. Mejorar la infraestructura hidráulica del canal Colpa Yanasarina y las técnicas de aplicación de agua para riego del caserío Colpa Yanasarina, distrito de Huamachuco, que irrigará 32.8 hectáreas y beneficiará directamente a 32 familias, lo que permitirá que la producción agrícola crezca.
2. El enfoque hidráulico se compone de un sistema de recolección, conducción y derivación. El sistema de captación consiste en un canal convencional diseñado para la recolección de 0.030 m<sup>3</sup> / seg. de la quebrada Toganga. Se construirá de concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ . El sistema de conducción está compuesto por el canal de derivación (2,100.00 m) dos laterales de 1° orden el cual llamaremos ramal N° 1 (200.00 m) y ramal N° 2 (1,155.00 m), serán de sección rectangular de (0.40x0.30) y (0.30x0.20) respectivamente, revestidos de concreto  $F_c: 175\text{ Kg/cm}^2$ . El ramal N° 2 será entubado por ello se consideró tubería UF C-5 de 160 mm de diámetro.
3. El canal incluirá de 26 tomas parcelarias con criterios técnicos para proporcionar el área de riego más grande. Para una operación adecuada del canal, es necesario construir varias estructuras hidráulicas para permitir que el agua fluya hacia el canal. Estas estructuras son llamadas obras de arte. Se consideraron las siguientes: desarenador (1 unid.), reservorio (1 unid.), caída inclinada

(3 unid.), 26 tomas parcelarias, alcantarilla (1 unid.), muros de contención (15 m). Las técnicas de aplicación que utilizaremos son por gravedad (surcos) y tecnificado (aspersión).

4. Para la realización del proyecto se tomó en cuenta los parámetros que exige el Sistema Nacional de Inversión Pública, así como las normas establecidas por La autoridad nacional del agua (ANA), los datos estadísticos de la INEI; también se han utilizado varios programas de ingeniería aplicada, tales como son: AutoCAD, AutoCAD CIVIL 2016, S10 costos y presupuestos, H canales, etc.(Urquiza & Henry, 2017).

b) Azañero, (2007), realizó la investigación: **Aplicación de geomembranas en pozas de almacenamiento de agua, comparación técnico económica con pozas de concreto armado en Lima, en la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)**. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

1. El diseño de pozas de almacenamiento de agua de concreto armado, debe garantizar un total hermetismo, esto se logra controlando el fisuramiento del concreto ubicando, diseñando y detallando juntas, distribuyendo convenientemente el refuerzo etc.
2. El menor costo en la ejecución de la poza utilizando geomembranas, se debe principalmente al costo de los materiales y equipos que se emplean, en el concreto armado es muy alto en relación a los empleados en el uso de la geomembrana.
3. Los tiempos de ejecución también se ven disminuidos notoriamente, debido a su simplicidad del proceso constructivo de la poza con geomembrana en relación al del concreto armado.

c) Roldan, (2017), realizó la investigación: **Evaluación de las pérdidas de conducción en el canal La Mora en el tramo de la progresiva (0+600-1+600) – Chimbote - Cascajal en la Universidad Cesar Vallejo**. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

1. Los factores que inciden en las pérdidas por conducción como podemos inferir son la evaporación y la infiltración, y los datos obtenidos de la evaporación son mínimos, los cuales son despreciables y de tal manera decimos que el factor más resaltante que ocasiona las pérdidas por conducción es la infiltración.

d) Romero, (2000), realizó la investigación: **Uso de la geomembrana, geotextil como cobertura impermeabilizante para el depósito de trióxido de arsénico en malpaso-la oroya, en la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)**. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

1. Debido al continuo progreso tecnológico de la ciencia, la ingeniería también ha participado en este desarrollo; En las últimas décadas, han surgido nuevas técnicas y productos que revolucionaron los diseños y las aplicaciones en el trabajo de ingeniería.
2. En el mundo, los geosintéticos han demostrado una importante participación en trabajos de ingeniería, que se utilizan en obras de impermeabilizaciones, refuerzos de caminos y pendientes, sistemas de filtración, drenaje, etc.
3. Nuestro país también usó estos productos principalmente para obras viales, ambientales, de refinería, minería y construcción; es por esto que se ha desarrollado la aplicación de la geomembrana y el geotextil en la impermeabilización del depósito de trióxido de arsénico en la ciudad de La Oroya. Los capítulos que se han desarrollado en esta tesis muestran los diferentes geosintéticos que existen, las diferentes funciones o aplicaciones en las que se pueden utilizar y la importancia que tienen en los sistemas de recubrimiento, para lo cual se ofrece una descripción detallada del procedimiento de construcción e instalación del recubrimiento impermeable. («Repositorio Institucional - UNI: Uso de la geomembrana, geotextil como cobertura impermeabilizante para el depósito de trióxido de arsénico en Malpaso-La Oroya», s. f.)

e) Solsol. (2015), realizó la investigación: **Análisis de costos en el proceso constructivo del canal cullicocha-chaquicocha ubicado en área**

**protegida (parque nacional de huascarán), en la Universidad Nacional Agraria la Molina.** La investigación llegó a la siguiente conclusión:

1. Los costos totales de la construcción del Canal Cullicocha-Chaquicocha han sufrido un aumento en las alternativas dentro de las Áreas Naturales Protegidas al proyecto en un área no protegida, variando según la solución técnica asumida.
  2. Se puede establecer que los costos de la construcción de proyectos similares en un área natural protegida; en particular, en el Parque Nacional Huascarán, se mostrará un aumento en los costos totales entre 10.44 y 22.22% en comparación con proyectos fuera de un área natural protegida, dependiendo de la solución técnica elegida. (Robles, s. f.)
- f) Obregón, (2018), realizó la investigación: **Determinación y evaluación de patologías del concreto en el canal de riego chullcu del sector pumpuc, distrito de Pariahuanca, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash, en la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote.** La investigación llegó a la siguiente conclusión:
1. El Análisis y procesamiento de datos se realizaron en Microsoft Excel. Los resultados mostraron que la patología mecánica más común es el agrietamiento, con un 0,62%; donde el nivel de gravedad es grave y el estado del servicio de canal es deficiente.(Ubaldo & Elias, 2018).
- g) Villar, (2017), realizó la investigación: **Diseño de 4 km del canal Unguay – Huaso - provincia de Julcan – región la Libertad en la Universidad Nacional de Trujillo.** La investigación llegó a la siguiente conclusión:
1. La construcción del canal huaso de 4km. que beneficiará a los caseríos de Huaycate, Soquerana, Cerro Grande y las playas, regando 320 has. de tierras de cultivo.
  2. Actualmente hay áreas irrigadas deficientemente, inclusive hay sectores que se riega solamente en temporadas de lluvias, cuyo caudal es insuficiente.

3. La calidad del suelo y clima es óptima para diversos cultivos propios de la zona con futuro agrícola, contribuyendo y alcanzando un mejor nivel de vida para los pobladores.

#### 2.1.2. Internacionales:

- a) Quispe, (2018), realizó la investigación: ***Diseño de la conducción de agua para riego desde el reservorio Culpiro hasta el reservorio santa Isabel, en la parroquia Juan Montalvo, cantón Cayambe, en la universidad Central del Ecuador.*** La investigación llegó a la siguiente conclusión:
  1. Al implementar este proyecto, los usuarios ayudarán a aumentar la producción agrícola e impulsar productos que generen empleos e ingresos. (Quispe Iza & Yandún Fuel, 2018)
- b) Lorenzana, (1863-1904), realizó la investigación: **Canales de riego: Creación de un paisaje agrícola en el valle del mayo, sonora, en la Universidad Sonora de México.** La investigación llegó a la conclusión:
  1. Los objetivos de este artículo son, por un lado, presentar las percepciones del clima y la construcción social del potencial de la llanura desértica, desarrollada por los actores sociales a lo largo del tiempo. Por otro lado, considere el proceso de abrir canales de riego, como expresar el cambio de la naturaleza y construir un paisaje agrícola.
- c) Ventura, (1997), realizó la investigación: **Guía teórica y práctica sobre hidráulica de canales en la Universidad San Carlos de Guatemala.** La investigación llegó a las siguientes conclusiones:
  1. Las condiciones de flujo serán óptimas cuando el flujo sea máximo y la energía mínima específica.
  2. El flujo subcrítico se produce cuando la profundidad del flujo es mayor que la profundidad crítica, luego el caudal es menor que la velocidad de descarga crítica. Por otro lado, si la profundidad del flujo es menor que la profundidad crítica, el flujo es supercrítico.

3. El coeficiente de rugosidad es el que indica la relación entre la pendiente del canal y su sección transversal, considerando el área del canal, el radio hidráulico y la velocidad promedio para ejecutar el mismo flujo.
  4. De todas las formas de sección transversal, la que es la mejor hidráulica es circular porque tiene el menor perímetro para un área en particular, por lo que generalmente es la sección más recomendada.
  5. Un aspecto importante en el diseño de canales recubiertos es el costo del material de recubrimiento y el desarrollo de las dimensiones del canal que minimiza este costo.
  6. Cuando el canal se reviste con material uniforme, la sección hidráulica óptima minimiza el costo de revestimiento.
- d) Scuero, (1996), realizó la investigación: **Restablecimiento de la estanqueidad de las estructuras hidráulicas, canal Itutinga, Brasil, en la empresa Carpitech**. La investigación llegó a la siguiente conclusión:
- La Geomembrana de PVC impermeabilizó las paredes del estanque por donde había filtraciones debido al deterioro del concreto.

## 2.2. Marco conceptual:

### 2.2.1. Proyecto de irrigación:

Conjunto de actividades destinadas a la producción de bienes y / o servicios.

En general, los proyectos de irrigación se clasifican de acuerdo con el método de obtención de agua por gravedad o por bombeo, o ambos.

Los proyectos de gravedad son los más comunes, incluso si el método de bombeo también impulsa el agua a través de los canales. (Rosell, 1993, pág. 289)

### 2.2.2. Aspectos climáticos

Es muy importante estudiar algunos factores climáticos para estimar la evapotranspiración y por lo tanto, podemos determinar los caminos y las sequías en una región en particular y para el desarrollo de la agricultura, así como para el diseño hidráulico de las obras de riego.

## **Factores que afectan a demanda de agua:**

### **Agrícola**

La importancia del factor agroeconómico en el desarrollo de cultivos es el crecimiento de plantas o malezas comunes que de una u otra manera afectan el desarrollo de cultivos agrícolas, en algunos casos crecen de manera discriminatoria, consumen mucha agua y limitan la producción de un cultivo, incluso si existe un sistema adecuado de riego.

### **Climáticos**

La demanda de agua en los cultivos depende de las condiciones climáticas, teniendo en cuenta el uso del agua para el uso de las plantas, que implica problemas de suministro de superficie y subterráneos, así como el uso y la rentabilidad de los sistemas de riego.

### **De ingeniería**

El diseño y la construcción de las obras tienen una gran influencia en la demanda de agua, que debe garantizar un buen funcionamiento hidráulico.

## **2.2.3. Estudio de suelos:**

### **Granulometría:**

#### **Análisis granulométricos**

Es el tamaño de la partícula, que generalmente es de forma irregular, y que está rigurosamente determinado por su tamaño y diámetro.

#### **a) Métodos de análisis granulométricos:**

Comprende dos tipos de ensayos: el de tamizado para las partículas grueso- granulares (gravas, arenas).

De sedimentación para la tracción final del suelo (limos, arcillas).

#### **b) Método de tamizado:**

Es el proceso físico mecánico por el cual las partículas sólidas de diferentes tamaños se separan cuando pasan a través de un tamiz.

### c) Límites de consistencia o límites de Atterberg

Determina el límite líquido, límite plástico, así como el índice de plasticidad del suelo en estudio.

- **Límite líquido (LL):** cuando el suelo pasa de un estado semilíquido a un estado plástico y se puede verter.
- **Límite plástico (LP):** está comprendida entre el estado plástico y semi-sólido.
- **Límite de retracción o contracción (LC):** Material que se encuentra entre estados semisólidos y sólidos.

Relacionados con estos límites se definen los siguientes índices:

Índice de plasticidad:  $I_p$  ó  $IP = w_l - w_p$

Índice de fluidez:  $I_f =$  Pendiente de la curva de fluidez

Índice de tenacidad:  $I_t = I_p/I_f$

Índice de liquidez (IL ó  $IL$ ), también conocida como Relación humedad-plasticidad (B):

$$IL = (W_n - W_p) / (W_l - W_p) \quad (W_n = \text{Humedad natural})$$

#### 2.2.4. Canales

Según (Villón, 2004, pág. 1), Consiste en la conducción del agua, desde la presa hasta el campo donde se aplicará a los cultivos.

Los canales pueden ser naturales (ríos o arroyos) o artificiales.

#### Clasificación de los canales

Los canales se clasifican:

- a) Según la función que cumplen en los sistemas:

**Canal de primer orden:** También se llama Canal Madre o de Derivación, y siempre se traza con pendiente mínima.

**Canal de segundo orden:** También llamados laterales, son aquellos que salen del canal Madre y el caudal que ingresa a ellos, es distribuido hacia los sub-laterales.

**Canal de tercer orden:** También llamados sub- laterales y nacen de los canales laterales, el caudal que ingresa a ellos se distribuye a las propiedades individuales a través de las tomas de granja.

b) Según su origen:

**Naturales:** Su existencia es consecuencia de las lluvias, que van desde un pequeño curso de agua hasta un gran río.

**Artificiales:** son construidos por la mano del hombre tales como los canales para proyectos de riego.

c) Según la sección transversal:

**Rectangulares:** Adoptan secciones cuadradas y rectangulares.

**Trapezoidales:**

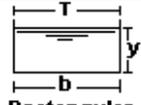
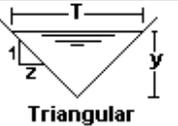
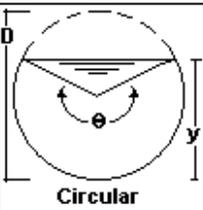
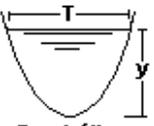
Estos son los más utilizados y sus pendientes varían según la geología que atraviesan.

**Triangulares:** Se utilizan más en el laboratorio y en algunos arroyos naturales para incrementar el tirante.

**Circulares:** Se utilizan en túneles, conductos abiertos, alcantarillados y desagües.

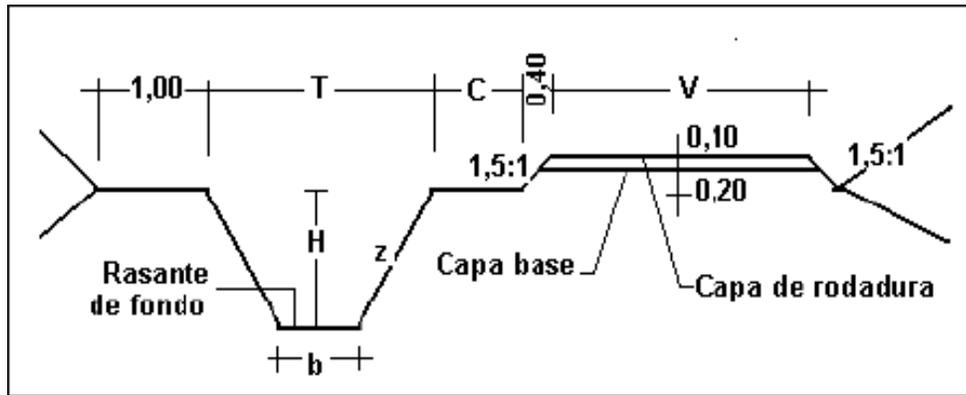
**Semicirculares:** utilizados en canales prefabricados y para pruebas de laboratorio.

En la siguiente tabla se presenta un cuadro de las secciones hidráulicas más utilizadas:

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	$\frac{2}{3}Ty$	$T + \frac{8y^2}{3T}$	$\frac{2T^2y}{3T+8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$

**Gráfico 1:** Secciones Hidráulicas. Fuente: Villón Béjar, Máximo. Hidráulica de canales.

## Elementos geométricos de la sección transversal de un canal



**Gráfico 2:** Elementos Geométricos de un Canal. Fuente: villón Béjar, Máximo. Hidráulica de canales.

Donde:

<b>Y</b>	=	Tirante de agua, altura que el agua adquiere en la sección transversal
<b>B</b>	=	Base del canal o ancho de solera
<b>T</b>	=	Espejo de agua o superficie libre de agua
<b>H</b>	=	Profundidad total del canal
<b>H-y</b>	=	Borde libre
<b>C</b>	=	Grado, es el ángulo central.
$\Theta$	=	Ancho de corona
<b>Z</b>	=	Talud
<b>A</b>	=	Área hidráulica
<b>P</b>	=	Perímetro mojado
<b>R</b>	=	Radio hidráulico = $A/P$
<b>V</b>	=	Ancho del camino de vigilancia

### Elementos cinéticos:

- Gastos en m<sup>3</sup>/seg.
- Velocidad media en m/seg.

### Elementos dinámicos:

- Coeficiente de rugosidad(n)
- Pendiente hidráulica(s)

### Erosión en canales

La erosión puede disminuir a bajas velocidades, por lo que será necesario aumentar la sección del canal.

La velocidad máxima de erosión es la que comienza a destruir las paredes y el fondo de los cauces naturales en canales revestidos y no revestidos. Por lo tanto, se recomienda no sobrepasar las velocidades que se muestran en la siguiente tabla, en el caso de canales revestidos: (Rosell, 1993, pág. 37)

**Tabla 1: Velocidad máxima de erosión.**

MATERIAL DEL REVESTIMIENTO	VARIACIÓN DE LAS MÁXIMAS VELOCIDADES DE (M/SEG)	
Arena Fluida ligera	0.23	<b>0.30</b>
Arena suelta muy ligera	0.30	<b>0.45</b>
Suelo arenosa	0.45	<b>0.60</b>
Suelo arenoso grueso	0.60	<b>0.75</b>
Tierra vegetal, suelo aluvial	0.75	<b>0.85</b>
Suelo de ceniza volcánico	0.85	<b>0.95</b>
Tierra vegetal arcillosa	0.90	<b>1.15</b>
Suelo arcilloso duro	1.30	<b>1.50</b>
Ladrillo	1.40	
Suelo con grava	1.50	<b>1.80</b>
Conglomerada	1.80	<b>2.40</b>
Roca sedimentada suave	2.40	
Roca dura	3.00	<b>4.50</b>
Concreto f'c 140 Kg/cm <sup>2</sup>	3.80	<b>4.40</b>
Concreto f'c 240 Kg/cm <sup>2</sup>	<b>6.60</b>	<b>7.40</b>

Fuente: Rosell Calderón, Cesar Arturo, Irrigación.

**Revestimiento de canales:**

Los canales son revestidos para reducir pérdidas de agua por infiltración durante el transporte de agua, para reducir la erosión causada por las altas velocidades y para aumentar la capacidad de transporte de agua.

**Revestimiento con concreto:**

Según (Coronado, 1992, pág. 100), Se utilizan cuando el canal se construye en sitios cuyos cambios de temperatura son extremos y fluctuaciones frecuentes del gasto.

**Revestimiento con gaviones:**

Según (Coronado, 1992, pág. 170), Se construye en forma de colchón de 20 o 30 centímetros de espesor, cuyas aplicaciones principales son revestir los márgenes de canales y ríos, protegiendo los estribos de puentes.

**Revestimiento de fibrocemento:**

Según (Coronado, 1992, pág. 170), Se construye mediante láminas de fibrocementos tipo eternit que son fáciles de transportar y muy resistentes.

**Revestimiento de concreto asfáltico:**

Según (Coronado, 1992, pág. 170), El concreto asfáltico se puede colocar para revestimientos vaciados en caliente, en forma similar a los pavimentos de concreto utilizando formas deslizables.

**Revestimiento de tierra:**

Según (Coronado, 1992, pág. 170), Este tipo de revestimiento tiene un bajo costo cuando se dispone de materiales apropiados y cuando la infiltración puede controlarse mediante un tratamiento de recubrimiento. La desventaja es que los recubrimientos del suelo están ligeramente erosionados con la lluvia y el caudal de agua.

### **Revestimientos prefabricados:**

Se han utilizado diversos materiales como revestimientos de canal prefabricados, tanto en modo de sección completa como en láminas que luego se unen. Entre los diversos materiales podemos mencionar los siguientes:

Concreto en secciones completas y en losas, que luego se combinan con morteros de cementos, plásticos y caucho sintético (geomantas) para aplicar en esta Tesis. (Coronado, 1992, pág. 100).

#### **2.2.5. Canal revestido con geomembrana HDPE**

Para el revestimiento de canales con geomembranas, se tiene que tener en cuenta las siguientes consideraciones según el ANA:

- Para canales pequeños se debe usar geomembranas de PVC y para canales grandes geomembrana de polietileno – HDPE.
- Los espesores de la geomembrana varían entre 1 a 1.5 mm.
- Tener en cuenta si el canal está ubicado en zonas en donde pueda ser monitoreado permanentemente, de modo que la membrana no pueda verse afectada.
- Características y cuidados en las actividades de operación y mantenimiento.
- Técnicas de instalación de geomembranas y cuidados.
- El grupo social a servir debe estar capacitado para el manejo de dicho tipo de revestimiento.
- La geomembrana también se puede usar asociada con un revestimiento de hormigón, especialmente para trabajos ubicados a una altura de más de 4.000 m. (ANA, 2010)
- **La geomembrana de HDPE:** es un material plano impermeable hecho de polímeros sintéticos de cloruro de polivinilo (HDPE). Las

geomembranas debido a sus múltiples características y ventajas, se utilizan como revestimiento para canales de irrigación y para la conducción de fluidos.

**Presentación:** se fabrican en rollos de 1.50 metros de ancho, la longitud varía según el espesor de cada lámina (espesores de 0.5mm, 0.75mm, 1mm, 1.5mm y 2mm).

### **Características de las geomembranas de HDPE:**

El objetivo principal de la geomembrana es mantener ciertas áreas impermeables, de este modo evitar el paso de fluidos, para lograr este objetivo, debe tener ciertas características, tales como:

- Alta durabilidad.
- Estabilidad por radiación ultravioleta.
- Mantenimiento reducido.
- Flexibilidad a bajas temperaturas.
- Mejoramiento de fluidos.
- Alta resistencia química.
- Máxima impermeabilidad.
- Mejora el control de calidad de agua.
- Protección contra la erosión.
- Instalación rápida.
- Facilidad de reparación y limpieza.
- Bajos costos de instalación y mantenimiento.

### **Durabilidad de la geomembrana de HDPE:**

La durabilidad es de 20 a 30 años, a más para usos donde la geomembrana se encuentra en el exterior, como los canales de

irrigación, también dependerá principalmente de su mantenimiento. (CIDELSA, 2006)

**Impermeabilidad de la geomembrana:**

En comparación con los suelos es bastante, la impermeabilización de las geomembranas, incluso en comparación con los suelos arcillosos.

**Tabla 2: Valores de permeabilidad de diversos suelos**

<b>Geomembrana</b>	<b><math>1 \times 10^{-12}</math> a <math>1 \times 10^{-15}</math> (cm/s)</b>	<b>Muy Impermeable</b>
--------------------	---	------------------------

**Tabla 1: Valores de permeabilidad de diversos suelos**

<b>Tipo de Material</b>	<b>Valores de k (cm/seg)</b>	<b>Permeabilidad Relativa</b>
Grava gruesa	$1 \times 10^{-1}$	
Arena mezclada con grava	$1 \times 10^{-1}$ a $1 \times 10^{-3}$	Muy permeable
Arena fina mezclada con limo	$1 \times 10^{-3}$ a $1 \times 10^{-5}$	Poco permeable
Depósito de arcilla es estratos	$1 \times 10^{-5}$ a $1 \times 10^{-7}$	Casi impermeable
Arcillas Homogéneas	<b><math>1 \times 10^{-7}</math> a <math>1 \times 10^{-9}</math></b>	<b>Impermeables</b>

**Fuente:** García Rico, Elmer. Manual de Diseño Hidráulico de canales y obras de arte.

Por esta razón las geomembranas son consideradas impermeables.

## Instalación de la geomembrana:

### a) Descarga del material

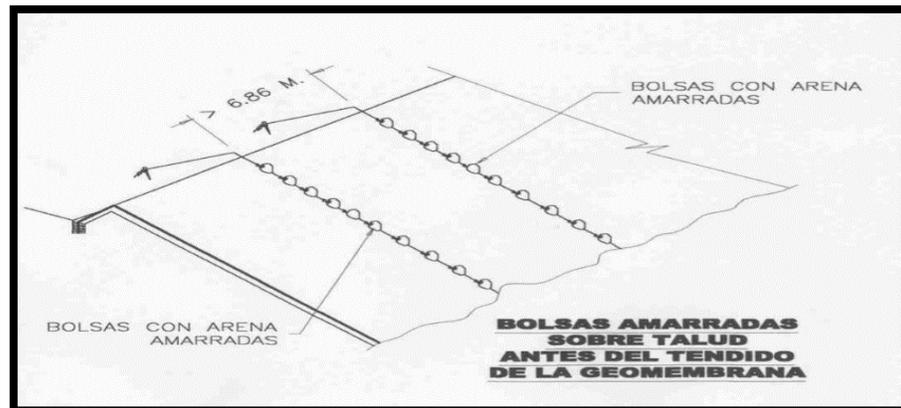
Para ejecutar la descarga del material, la parte contratante tiene que proporcionar equipo de carga, como montacargas, grúa, retroexcavadora, cargador u otra herramienta. (Roman, 2012, pág. 10)

### b) Extensión de la geomembrana

La Geomembrana se extenderá sobre la superficie preparada para garantizar un manejo mínimo.

Una vez que se haya extendido la geomembrana se realizará una inspección visual del área cubierta para identificar el daño (perforación, desgarramiento) para identificarlo y repararlo posteriormente. (Roman, 2012, págs. 10-11).

Las uniones de la geomembrana deben hacerse tan pronto como sea posible después de la extensión.



**Gráfico 3: Extensión de la Geomembrana.** Fuente: CIDELSA S.A. (empresa comercializadora de geomembrana).

### **c) Taludes**

Debe tenerse en cuenta, antes de comenzar el sellado térmico, que la geomembrana debe extenderse con espacio suficiente para las variaciones dimensionales debidas al efecto de la temperatura (día y noche) y la adaptación del geo sintético debido a los efectos del material sobre el mismo. La geomembrana en cualquier momento debe ser energizada actuando solo como una barrera impermeable sin tomar ningún esfuerzo.

Debe tenerse en cuenta que cuanto más perpendicular es el talud mayor es la profundidad de la zanja de anclaje; un talud bien conformado debe tener una relación 1:1, se prefiere una relación de 1:2 en este caso el fondo puede reducirse. (Roman, 2012, pág. 11).

### **d) Corta**

Hay un área de menos de 21 m<sup>2</sup> (7 mx 3 m) y el tratamiento no puede ser como si fuera una instalación.

El costo por M<sup>2</sup> de instalación de una corta no tiene el valor de costo de instalación que se cotizó para una obra, por lo que debe incluirse el valor en kilo del cable de extrusión que se consumió, el valor mano de obra contratado (de los asistentes y el técnico), el costo del equipo utilizado. El costo de la instalación eléctrica y el combustible necesario. (Roman, 2012, pág. 11).

### **e) Condiciones climáticas**

- En la medida de lo posible, los traslapes entre los rollos de Geomembrana se realizará en la dirección de la dirección del viento para minimizar los efectos del viento en los bordes.
- La extensión de la Geomembrana se debe realizar a una temperatura ambiente de 5° y 35° centígrados.

- La extensión de la Geomembrana no se debe realizar durante lluvia o en presencia de viento excesivo. (Roman, 2012, pág. 12)

#### f) Sellado en campo

El sellado consiste en unir 2 rollos usando métodos térmicos.

- Orientación de los sellados o uniones

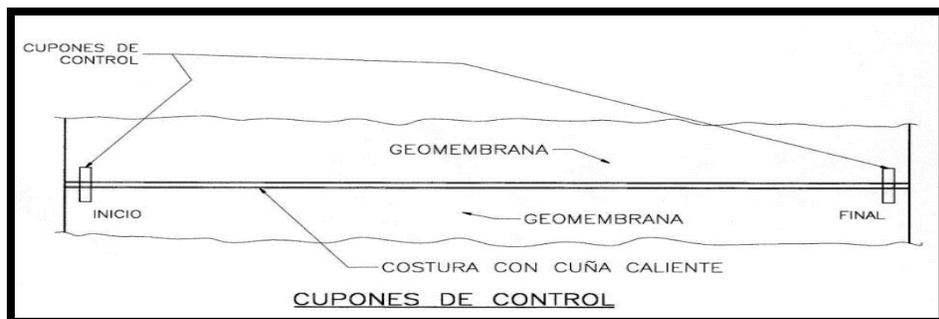
Como regla general, las juntas o sellos deben estar orientados en la dirección de la pendiente del talud y no en la dirección perpendicular a la pendiente del talud. Cuando se presentan formas irregulares, deben ubicarse de tal manera que se reduzca al mínimo la cantidad de sellos a realizar. (Roman, 2012, pág. 13).

- Equipos y productos para sellado o unión de geomembranas

Los únicos métodos aprobados para realizar sellos y reparaciones son el proceso térmico, ya sea por extrusión o por soldadura por fusión.

- Sellado por fusión.

Este proceso debe usarse para fusionarse con paneles o rollos y no para usar parches o trabajos detallados. El equipo a utilizar es un dispositivo de sellado en caliente con pinzas equipadas con rodillos de canal que permiten realizar la prueba de presión de aire más adelante.



**Gráfico 4: Sellado por Fusión.** Fuente: CIDELSA S.A. (empresa comercializadora de geomembrana).

- Sellado por extrusión.

Este proceso se utiliza principalmente para realizar reparaciones, parcheo y detalles especiales de construcción. Se utiliza para unir una nueva geomembrana con otra instalación previamente instalada y donde la cinta no es suficiente para sellar la fusión. (Roman, 2012, pág. 14).

#### **g) Preparación de las uniones**

El técnico de sellado debe verificar antes del sellado que el área de la junta no contenga suciedad, polvo, grasa o cualquier otro elemento que impida que el material se junte correctamente.

- Sellados de prueba

. Desde el inicio del proceso de sellado, se realizarán los ajustes de prueba para verificar la calidad de la junta, en estas juntas se comprobarán las condiciones de temperatura del calentador y se avanzará la velocidad de los rodillos en relación con las condiciones climáticas. (Roman, 2012, pág. 15).

- Sellado de los rollos

Una vez que la prueba sellada ha sido efectuada y verificada, comienza el trabajo de unión de los rollos que fueron extendidos. Estas pruebas destructivas y no destructivas se llevarán a cabo de acuerdo con las especificaciones de diseño.

## **h) Reparaciones**

Todas las áreas selladas y no selladas deben revisarse para identificar, localizar y marcar cualquier defecto en los planos y el terreno para su reparación posterior. (Roman, 2012, pág. 18).

- **Procedimientos de reparación**

Cualquier sector de geomembranas defectuosas puede repararse utilizando uno de los siguientes procedimientos.

### **i) Parcheo:**

Recomendado para reparar orificios grandes y lugares de prueba se realiza colocando una pieza de geomembrana redondeada conectada a un cable de extrusión.

### **j) Repaso y Resellado:**

Utilizado para reparar secciones pequeñas y sellados con extrusión.

- **Sellado de punteo:**

Consiste en reparar pequeñas perforaciones utilizando la extrusora.

- **Refuerzo de sellado y extrusión:**

Consiste en hacer un sellado de refuerzo en toda la longitud (determinada como defectuosa) utilizando el proceso de extrusión.

### **k) Verificación de las reparaciones**

Cada reparación debe ser verificada por el método no destructivo. Si no se cumple la especificación mínima, la extrusión debe realizarse nuevamente en el lugar de la falla, así como la prueba apropiada.

## **Control de calidad de la geomembrana**

### **a) Condiciones y características de la geomembrana:**

De acuerdo con la norma ASTM D4439, una geomembrana se define como un recubrimiento, membrana o barrera de muy baja permeabilidad que se utiliza con cualquier tipo de material asociado aplicado a la ingeniería geotécnica para controlar la migración de fluidos en cualquier proyecto. (Roman, 2012, pág. 19).

#### 2.2.6. Pérdidas de agua por infiltración

La pérdida por infiltración es la más importante y depende de muchos factores, como el material que forma el fondo y los taludes del canal, las dimensiones de la sección, la clasificación del material y la posición del nivel freático en su lugar. (Rosell, 1993, pág. 164).

##### **Factores que Inciden en las Pérdidas de agua:**

- **La Permeabilidad del Lecho del Canal:**

La infiltración depende de la penetrabilidad del suelo, y es mayor cuando el suelo es poroso y rugoso.

- **La Edad del Canal:**

La pérdida de agua en los canales generalmente es enorme inmediatamente después de que se construye, y luego con el tiempo disminuye gradualmente.

- **La Longitud del Canal:**

En la longitud del canal de conducción las pérdidas son directamente proporcionales.

- **El Caudal:**

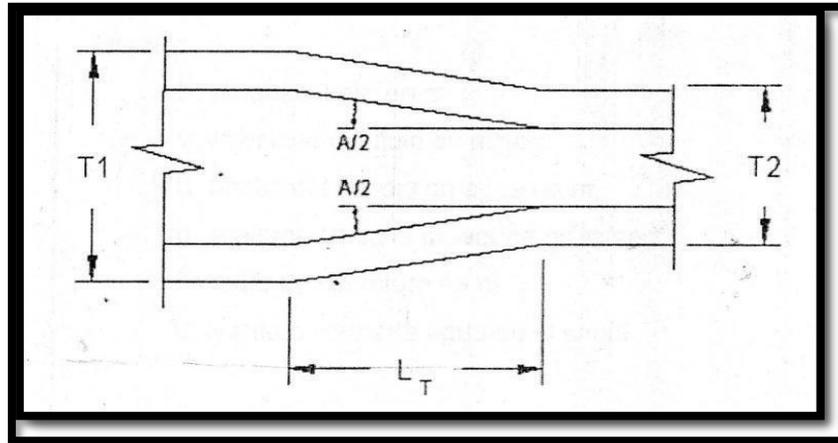
En los canales grandes las pérdidas son proporcionalmente menores que en canales pequeños.

- **Temperatura:**

Con el aumento de la temperatura, el agua disminuye la viscosidad, lo que la hace mucho más difícil de alcanzar entre los poros del suelo. (Arturo, pérdidas de agua por infiltración en canales , 2016).

### 2.2.7. Transiciones

Según (Torres, 1987, pág. 175), “Por lo general, están incorporados en las entradas y salidas de las estructuras, es decir, generalmente, la velocidad del agua aumenta la aceleración en las transiciones de entrada y disminuye las transiciones de salida”.



**Gráfico 5: Esquema Típico de una Transición.** Fuente: TORRES HERRERA, Francisco. Obras Hidráulicas.

Dónde:

T1 = Ancho del canal incluido la pendiente

L<sub>T</sub> = Longitud de transmisión

A/2= Angulo de inclinación

T2 = Ancho del canal

#### **Radio de curvaturas mínimos**

Según (Castellanos, 2017, pág. 153), Es necesario determinar el radio mínimo de curvatura de acuerdo con el diseño elegido.

En la siguiente tabla se muestra el radio mínimo que podemos elegir según nuestro criterio.

**Tabla 2: Radio mínimo en canales abiertos en función al caudal.**

CAPACIDAD DEL CANAL	RADIO MÍNIMO
Hasta 10 m <sup>3</sup> /s	3 * ancho de la base
De 10 a 14 m <sup>3</sup> /s	4 * ancho de la base
De 14 a 17 m <sup>3</sup> /s	5 * ancho de la base
De 17 a 20 m <sup>3</sup> /s	6 * ancho de la base
De 20 m <sup>3</sup> /s a mayor	7 * ancho de la base

Los radios mínimos deben ser redondeados hasta el próximo metro superior

**Fuente:** Ministerio de Agricultura y Alimentación, Boletín Técnico N° 7 "Consideraciones Generales sobre Canales Trapezoidales" Lima 1978.

**Tabla 3: Radio mínimo en canales abiertos en función del espejo de agua.**

CANALES DE RIEGO		CANALES DE DRENAJE	
Tipo	Radio	Tipo	Radio
Sub – canal	4T	Colector principal	5T
Lateral	3T	Colector	5T
Sub – lateral	3T	Sub – colector	5T

Siendo T el ancho superior del espejo de agua

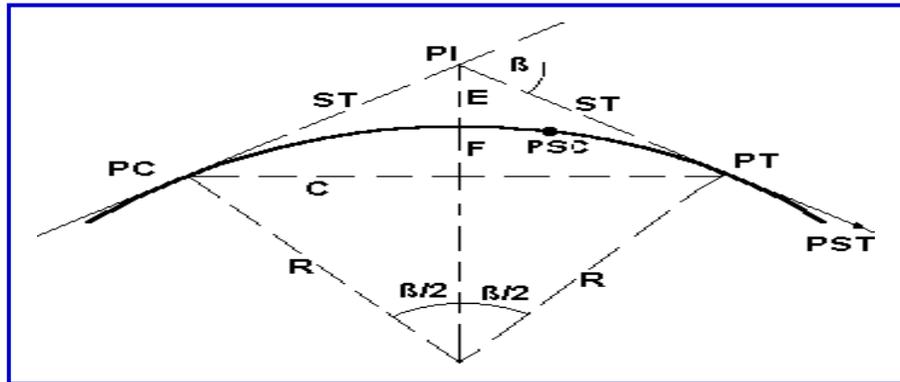
**Fuente:** Salzgitter Consult GMBH "Planificación de Canales, Zona Piloto Ferreñafe" Tomo II/ 1-Proyecto Tinajones –Chiclayo 1984.

**Tabla 4: Radio mínimo en canales abiertos**

CAPACIDAD DEL CANAL	RADIO MÍNIMO
20 m <sup>3</sup> /s	100 m
15 m <sup>3</sup> /s	80 m

10 m <sup>3</sup> /s	60 m
5 m <sup>3</sup> /s	20 m
1 m <sup>3</sup> /s	10 m
0,5 m <sup>3</sup> /s	5 m

**Fuente:** Ministerio de Agricultura y Alimentación, Boletín Técnico N° 7  
 “Consideraciones Generales sobre Canales Trapezoidales” Lima 1978.



**Gráfico 6: Elementos de una Curva en el Trazo de Canales**

**Fuente:** AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA, Criterios de Diseño de Obras Hidráulicas para la Formulación de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales y de Afianzamiento Hídrico.

<b>A</b>	=	Arco, es la longitud de curva medida en cuerdas de 20 m
<b>C</b>	=	Cuerda larga, es la cuerda que sub – tiende la curva desde PC hasta PT.
<b>β</b>	=	Angulo de deflexión, formado en el PI.
<b>E</b>	=	External, es la distancia de PI a la curva medida en la bisectriz
<b>F</b>	=	Flecha, es la longitud de la perpendicular bajada del punto medio de la curva a la cuerda larga.
<b>G</b>	=	Grado, es el ángulo central.
<b>LC</b>	=	Longitud de curva que une PC con PT.
<b>PC</b>	=	Principio de una curva.
<b>PI</b>	=	Punto de inflexión.
<b>PT</b>	=	Punto de tangente.
<b>PSC</b>	=	Punto sobre curva.

<b>PST</b>	=	Punto sobre tangente.
<b>R</b>	=	Radio de la curva.
<b>ST</b>	=	Sub tangente, distancia del PC al PI.

### Rasante de un canal

Una vez que se haya definido la trayectoria del canal, se dibujará el perfil longitudinal del trazo, siendo la escala más común 1: 1000 o 1: 2000 para la dirección horizontal y 1: 100 o 1: 200 para la dirección vertical, normalmente la relación entre la escala horizontal y la vertical es de 1 a 10. El procesamiento de la información y dibujo se puede efectuar empleando el software AUTOCAD CIVIL 3D (AUTOCAD clásico, AUTOCAD LAND, AUTOCAD MAP o AUTOCAD CIVIL). (ANA, 2010, pág. 9).

#### 2.2.8. Diseño hidráulico de canales:

##### Sección hidráulica óptima

- **Determinación de la máxima eficiencia hidráulica:**

(ANA, 2010, pág. 9), “Es cuando para la misma área y pendiente conduce el mayor caudal posible, esta condición se refiere a un perímetro húmedo mínimo”. Se determina mediante la siguiente ecuación:

$$b/y = 2 * \text{tang.}(\emptyset/2)$$

Siendo:

$\emptyset$  el ángulo que forma el talud con la horizontal  $\text{arctang}(1/Z)$ ,

**b**= plantilla del canal y

**y** =tirante o altura de agua.

- **Determinación de la mínima infiltración**

(ANA, 2010, pág. 11), "Es la menor pérdida posible de agua a través de la infiltración en los canales terrestres. "Se determina por la siguiente ecuación:

$$b/y = 4 \cdot \text{tang}(\theta/2)$$

La siguiente tabla presenta algunas condiciones, pero también muestra el promedio recomendado:

**Tabla 5: Relación plantilla vs tirante para, máxima eficiencia, mínima infiltración y el promedio de ambas.**

TALUD	ANGULO	MÁXIMA EFICIENCIA	MÍNIMA INFILTRACIÓN	PROMEDIO
VERTICAL	90°00'	2.0000	4.0000	3.0000
1 / 4 : 1	75°50'	1.5616	3.1231	2.3423
1 / 2 : 1	63°26'	1.2361	2.4721	1.8541
4 / 7 : 1	60°15'	1.1606	2.3213	1.7410
3 / 4 : 1	53°08'	1.0000	2.0000	1.5000
1 : 1	45°00'	0.8284	1.6569	1.2426
1 ¼ : 1	38°40'	0.7016	1.4031	1.0523
1 ½ : 1	33°41'	0.6056	1.2111	0.9083
2 : 1	26°34'	0.4721	0.9443	0.7082
3 : 1	18°26'	0.3246	0.6491	0.4868

**Fuente:** AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA, Criterios de Diseño de Obras Hidráulicas para la Formulación de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales y de Afianzamiento Hídrico.

**Consideraciones prácticas para el diseño de un canal**

Se toma en cuenta ciertos factores como son: como el tipo de material del canal, el coeficiente de rugosidad, la velocidad de pérdida máxima y mínima, la pendiente del canal y taludes, etc.

- **Caudal (q)**

(Villón, 2004, pág. 85), “Estima que el caudal tiene que ser el dato de partida que se calcula en relación al módulo de riego, es decir la superficie que se va a irrigar”

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

Donde:

Q = Caudal (m3/s)

n = Rugosidad

A = Área (m2)

R=Radio hidráulico = Área de la sección húmeda/Perímetro húmedo

- **Velocidad media**

Está determinada por medio de la fórmula de Manning:

$$V = 1/N * R^{2/3} * S^{1/2}$$

Dónde:

V: velocidad media

n: coeficiente de rugosidad

R: Radio Hidráulico

S: Pendiente del canal

- **Pendientes admisibles en canales de tierra (s)**

(Villón, 2004, pág. 87), “Se estima que la pendiente debe ser la máxima que permite, lo que permite el dominio de la mayor área de tierra y, al mismo tiempo, los valores de velocidad.”

**Tabla 6: Pendientes admisibles en canales de tierra.**

TIPO DE SUELO	PENDIENTE (S)
Suelos sueltos	0.5-1.0
Suelos francos	1.5-2.5
Suelos arcillosos	3.0-4.5

**Fuente:** VILLON BÉJAR, Máximo. Hidráulica de Canales.

- **Talud del canal**

Es la relación que tiene la proyección horizontal con la pendiente vertical de las muros laterales de un canal, esto depende del grado de estabilidad ofrecido por el material sobre el cual se construirá el canal, es decir, cuanto más inestable sea el material, más pequeño deberá ser el ángulo de inclinación. (Rosell, 1993, pág. 85).

**Tabla 7: Taludes Recomendados.**

PARA CORTES EN :	TALUD RECOMENDADO
Conglomerado	1:1
Suelos arcillosos	1:1
Suelos areno limosos	1.5:1
Suelos arenosos	2:1
Suelos arenosos sueltos	3:1
Roca alterada suelta	0.5:1
Roca sana	0.25:1
PARA RELLENOS EN	TALUD
Tierra vegetal, arcilla	1.5:1
Suelos arenosos	3:1

**Fuente:** ROSELL CALDERÓN, Cesar Arturo. Irrigación.

- **Ancho de solera (b)**

(Villón, 2004, pág. 89), definido como “El ancho se da generalmente por razones constructivas prácticas de los canales revestidos, se toma como mínimo  $B_m = 0.30m$ ”.

La siguiente tabla muestra la relación del caudal con el ancho de solera.

**Tabla 8: Caudal vs ancho de solera.**

CAUDAL (Q) M <sup>3</sup> /S	SOLERA (B) M
Menor de 0.10	0.30
Entre 0.10 y 0.20	0.50
Entre 0.20 y 0.40	0.75
Mayor de 0.40	1.00

**Fuente:** trazo y diseño de canales (Msc. Ing. José Arbulu Ramos).

- **Tirante (y)**

(Villón, 2004, pág. 90), “Establece el valor máximo de la profundidad de los canales de tierra”.

$$Y = \frac{1}{2} * A$$

Y= tirante hidráulico (m)

A= área de sección transversal (m<sup>2</sup>)

- **Bordo libre (bl)**

Coronado (1992, p, 92) define “Es la altura adicional al tirante de agua que debería ser suficiente para evitar desbordes por los aumentos inesperados del tirante”.

Se utiliza la siguiente fórmula para canales revestidos:

$$BL = \frac{1}{5} * Y$$

**Tabla 9: Borde libre en función al caudal.**

CAUDAL M <sup>3</sup> /SEG	REVESTIDO (CM)	SIN REVESTIR (CM)
≤ 0.05	7.5	10
0.05 – 0.25	10	20
0.25 – 0.50	20	40

0.50 – 1.00	35	50
> 1.00	30	60

**Fuente:** Ministerio de Agricultura y Alimentación, Boletín Técnico n° 7 “Construcciones Generales sobre Canales Trapezoidales” Lima 1978.

**Tabla 10: Borde libre en función de la plantilla del canal.**

ANCHO DE SOLERA M.	BORDE LIBRE M.
Hasta 0.80	0.40
De 0.80 a 1.50	0.50
De 1.50 a 3.00	0.60
De 3.00 a 20.00	1.00

**Fuente:** VILLON BÉJAR, Máximo. Hidráulica de Canales.

- **Profundidad total (h)**

(Villón, 2004, pág. 93), define como “La profundidad total del canal se calcula una vez que se conocen el tirante y el borde libre” es decir:

$$H = Y + BL$$

- **Ancho de corona(c)**

(Rosell, 1993, pág. 172), define como “El ancho de corona de bermas de los canales en su parte superior depende especialmente del servicio que presentarán”.

- **Coefficiente de rugosidad**

(Rosell, 1993, pág. 173), define que “Es la resistencia al flujo de agua de los canales recubiertos”.

Para el diseño de un canal puede utilizarse el coeficiente de rugosidad de Manning(n).

**Tabla 11: Valores de “n” dados por horton para ser empleados en las fórmulas de kutter y Manning.**

SUPERFICIE	MEJOR	BUENA	REGULAR	MALA
Ladrillo Vitrificado	0.011	0.012	0.013*	0.014
Albañilería de ladrillo	0.012	0.013	0.015*	0.017
Albañilería de cemento liso	0.010	0.011	0.012	0.013
Cemento de mortero	0.011	0.012	0.013*	0.015
Concreto	0.012	0.014*	0.016*	0.018
Cemento y mampostería de piedra	0.017	0.020	0.025	0.030
Piedras grandes, guijarro	0.025	0.030	0.033	0.035
Metal liso	0.011	0.012	0.013	0.015
Metal corrugado	0.022	0.025	0.028	0.030
De tierra rectos	0.017	0.020	0.022*	0.025
De piedra uniforme	0.025	0.030	0.033*	0.035
De piedra irregular	0.035	0.040	0.045	
Canales de tierra dragada	0.025	0.028	0.030	0.033
De piedra en el fondo	0.028	0.030	0.035	0.040
Con vegetación	0.025	0.030	0.033*	0.035

**Fuente:** ROSELL CALDERÓN, Cesar Arturo. Irrigación. Valores que se usan generalmente en el diseño.

- **Diseño de espesor de revestimiento del canal**

Esto es para determinar las dimensiones que tendrá la caja del canal dependiendo de las demandas a las que estará sujeto durante la vida útil.

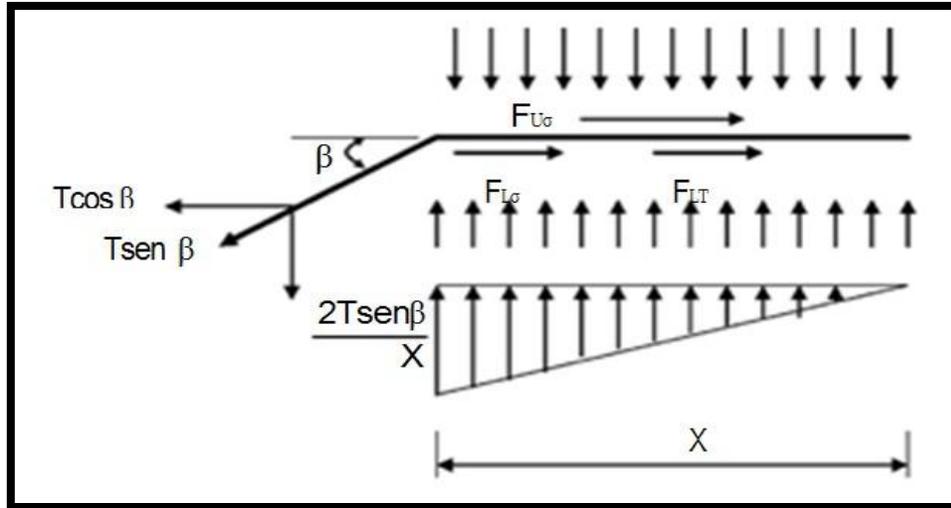


Gráfico 7: diseño de espesor de revestimiento del canal.

Del siguiente gráfico se obtiene la siguiente fórmula:

Cálculo del Espesor de la Geomembrana

$$t = \frac{\sigma_n \times (\tan \delta_U + \tan \delta_L)}{\sigma_{adm} (\cos \beta - \sin \beta \tan \delta_L)}$$

Fuente: Robert Koener (1986).

Donde:

<b>H</b>	=	Asentamiento que moviliza la tensión en la membrana (m)
<b>F</b>	=	Fuerza movilizada en la membrana (Kg)
<b>T</b>	=	Espesor de membrana, teórico (mm)
<b>TU</b>	=	Fuerza cortante sobre la membrana [P x tan(dU)] (Kg)
<b>TL</b>	=	Fuerza cortante bajo la membrana [P x tan(dL)] (Kg)
<b>P</b>	=	Presión aplicada (Kg/cm2)
<b>U</b>	=	Ángulo de fricción entre el material superior y la membrana
<b>L</b>	=	Ángulo de fricción entre el material inferior y la membrana
<b>X</b>	=	Distancia en que se moviliza la deformación (cm)
<b>β</b>	=	Ángulo del talud de apoyo

### 2.3. Definición de términos:

#### 2.3.1. Análisis granulométricos

El tamaño de la partícula, que generalmente es de forma irregular, y que está rigurosamente determinado por su tamaño y diámetro.

(Chero, 2012).

#### 2.3.2. Cédula de cultivos

Se trata de la relación de posibles cultivos a desarrollarse en un valle en función de las condiciones climáticas. Está conformada por cultivos permanentes, temporales y anuales. (Rosell, 1993).

#### 2.3.3. Coeficientes de cultivo (Kc)

Estos son coeficientes adimensionales que relacionan la evapotranspiración del cultivo con la evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>). (Monsalve, 1999).

#### 2.3.4. Erosión en canales

La erosión puede disminuir a bajas velocidades, por lo que será necesario aumentar la sección del canal.

La velocidad máxima de erosión es la que comienza a destruir las paredes y el fondo de los cauces naturales en canales revestidos y no revestidos. (Rosell, 1993).

#### 2.3.5. Evapotranspiración del cultivo

La medición de la evapotranspiración de un cultivo se puede determinar mediante métodos de transferencia de masa, de un balance de energía, a partir de la medición de los componentes del balance de agua. (Monsalve, 1999).

#### 2.3.6. Precipitación efectiva (Pe)

La precipitación efectiva es parte de la precipitación almacenada en el volumen del suelo a la profundidad de la raíz y es consumida por la planta en el proceso de evapotranspiración. (Rosell, 1993).

### 2.3.7. **Proyecto de irrigación:**

Conjunto de actividades destinadas a la producción de bienes y / o servicios. En general, los proyectos de irrigación se clasifican de acuerdo con el método de obtención de agua por gravedad o por bombeo, o ambos. (Rosell, 1993).

### 2.3.8. **Sellado por extrusión.**

Este proceso se utiliza principalmente para realizar reparaciones, parcheo y detalles especiales de construcción. Se utiliza para unir una nueva geomembrana con otra instalación previamente instalada y donde la cinta no es suficiente para sellar la fusión. (Roman, 2012).

### 2.3.9. **Sellado por fusión.**

Este proceso debe usarse para fusionarse con paneles o rollos y no para usarse en parches o trabajos detallados. El equipo a utilizar es un dispositivo de sellado en caliente con pinzas equipadas con rodillos de canal que permiten realizar la prueba de presión de aire más adelante. (Roman, 2012).

### 2.3.10. **Talud del canal**

Es la relación de la proyección horizontal con la pendiente vertical de las paredes laterales de un canal, esto depende del grado de estabilidad ofrecido por el material sobre el cual se construirá el canal, es decir, cuanto más inestable sea el material, más pequeño debe ser el ángulo de inclinación. (Rosell, 1993). (Chero, 2012).

## 2.4. **Hipótesis**

### 2.4.1. **Hipótesis general:**

La aplicación de geomembranas disminuye las pérdidas de agua por infiltración del canal de riego de Caqui.

### 2.4.2. **Hipótesis específicas:**

- a) Existe relación significativa entre la aplicación de geomembranas con las propiedades mecánicas del suelo de fundación del canal de riego de Caqui.

- b) Los efectos que produce la aplicación de geomembranas es una mínima variación entre el caudal de diseño de entrada y salida del canal de riego de Caqui.

## 2.5. Variables

### 2.5.1. Definición conceptual de la variable:

**a) Variable independiente(X): Las geomembranas,** Están hechos principalmente de polietileno, un material que puede tener una densidad baja o alta; También están adicionadas con protectores UV y antioxidantes que ofrecen mayor resistencia y durabilidad. Esta herramienta se considerada como un sistema de impermeabilización, que es ideal para la construcción de túneles, canales, muros verdes, estanques y reservorios agrícolas para almacenar aguas limpias, entre otros.

### **b) Variable dependiente (Y): Pérdidas de agua por infiltración.**

Se define como infiltración al paso del agua de la superficie al interior del suelo. Proceso que depende fundamentalmente del agua que puede filtrarse, la naturaleza del suelo, el estado de la superficie y las cantidades de agua y aire que inicialmente se presentan en su interior. A medida que el agua penetra en la superficie, las capas superiores del suelo se humedecen de arriba a abajo, alterando gradualmente la humedad. (Cancino, oct.2016)

### 2.5.2. Definición operacional de la variable:

Aplicación de geomembranas en canales de riego para reducir las pérdidas de agua por infiltración:

La observación directa ha demostrado que una cantidad considerada de agua se pierde a través de la infiltración, cuando ésta circula por canales de tierra no revestidas. Esto no debe ser considerado con indiferencia, ya que si esto sucede, la eficiencia de conducción del sistema disminuye con las pérdidas económicas correspondientes.

Es necesario cuantificar las pérdidas por infiltración para estimar el costo que representan y decidir si es adecuado o no su revestimiento con el objetivo de reducir estas pérdidas o cambiar el trazo del canal, ya que el suelo permite una gran pérdida de agua. (Paula Graciela Briones, 2015)

Usar la geomembrana para revestir estos canales sería una buena opción para detener las pérdidas de agua y aumentar el suministro de manera económica y rápida, también mostrar a la población la gran importancia del cuidado del agua y los beneficios que nos trae tener una cultura que no desperdicie el elemento vital. (Daniel saldaña Herrera, 2017)

### 2.5.3. Operacionalización de la variable:

VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	CODIGO	
<b>VARIABLE "X": VARIABLE – IND.  APLICACIÓN DE GEOMEMBRANAS</b>	1. Características de la geomembranas.	a) Alta flexibilidad	x. 1.b	
		b) Altamente resistente a las fuerzas externas y a la tracción.	x. 1.a	
		c) Máxima resistencia química	x. 1.d	
		d) Bajo coste de transporte	x.1.c	
		e) Bajos niveles de permeabilidad	x.1.e	
		f) Capacidades reflexivas	x.1.g	
		g) Resistencia a los rayos UV.	x.1.f	
	2. Espesor de la geomembrana.	a) 0.5 mm. 1.0 mm. 1.5 mm. 2.0 mm.	x.2.a	
	<b>VARIABLE "Y": VARIABLE – DEP.  REDUCCION DE LAS PERDIDAS DE AGUA POR INFILTRACION</b>	1. Propiedades mecánicas del suelo de fundación.	a) Resistencia al corte	y.1.a
			b) Presión lateral del suelo	y.1.b
c) Consolidación			y.1.c	
d) Capacidad de carga			y.1.d	
e) Permeabilidad y filtración			y.1.e	
f) Estabilidad de taludes			y.1.f	
2. Caudal de diseño.		a) Método del flotador b) Método del correntómetro	y.2.a y.2.b	

Fuente: Elaboración y formulación propia.

## CAPITULO III

### METODOLOGIA

#### 3.1. Método de investigación:

El método general de la investigación fue el Científico.

#### 3.2. Tipo de Investigación:

El estudio que se realiza para esta investigación fue de **tipo aplicada**, porque explica los beneficios que proporciona al aplicar el tema estudiado.

#### 3.3. Nivel de investigación:

El nivel seguido para esta investigación fue de tipo Descriptivo – Explicativo, porque describimos los elementos fundamentales de análisis y luego explicamos, la influencia de la aplicación de geomembranas en la reducción de pérdidas de agua por infiltración.

#### 3.4. Diseño de investigación:

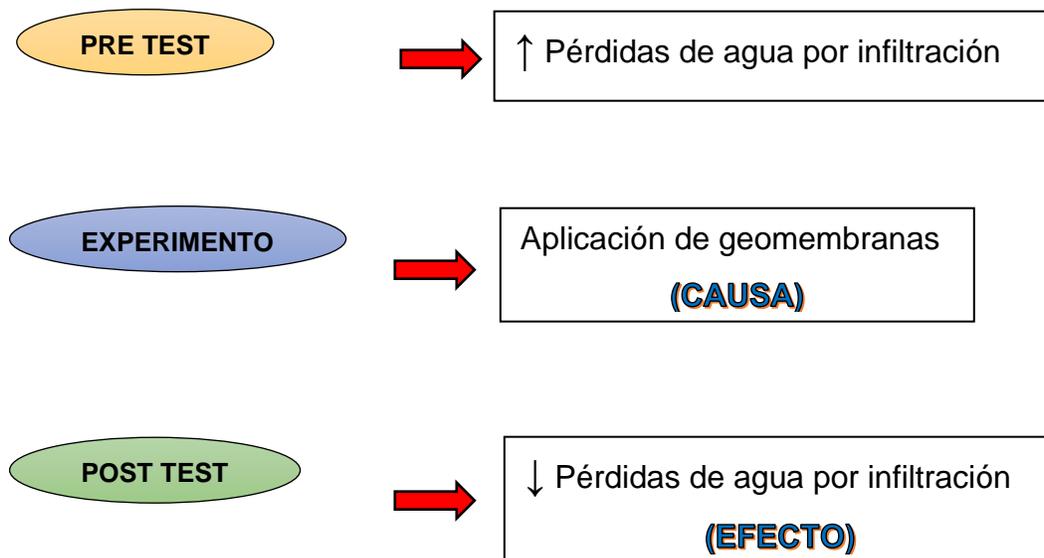
La presente investigación se basó en la investigación experimental, dentro de los modelos experimentales se aplicará el método experimental puro, que forma parte del diseño experimental, según (SIERRA BRAVO, 1990), siendo el diseño del grupo de control con pre test y post test; Además de la variable experimental, este proyecto incluye todos los elementos de la observación experimental: las mediciones antes y después de la prueba y el grupo de control al que se aplica un tratamiento cero o neutral. Su esquema es:

RG1	X	O1	(Grupo con tratamiento experimental)
RG2	-	O2	(Grupo de Control)

**Tabla 12: Análisis del diseño Experimental**

TIPO	ACCION	PAPEL
<b>Variable (X) Independiente</b>		
Aplicación de Geomembranas	Manipulación	Causa
<b>Variable (y) Dependiente</b>		
Reducción de Pérdidas de agua por Infiltración.	Medición	Efectos

Fuente: Elaboración y formulación propia.



### 3.5. Población y muestra:

- Población:** Debido a las características del estudio, nos enfrentamos a un universo donde la población de estudio estuvo representada por el **Canal de Caqui** perteneciente al distrito de Aucallama de la provincia de Huaral.
- Muestra:** El tipo de muestra fue el NO PROBABILISTICO por conveniencia. Se tomó un tramo de la progresiva 2+220 hasta la progresiva 3+220 del canal Caqui, del distrito de Aucallama de la provincia de Huaral.

### 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Visita a campo	- Aforos en el mes de abril y mayo, para determinar las pérdidas de agua por infiltración.
Estudio de suelos	- Informe de análisis de suelos.
Aplicación de software	- Hcanales

**Fuente:** Elaboración y formulación propia.

### 3.7. Técnicas y Análisis de Datos.

Para el análisis cuantitativo se optó por utilizar el software Hcanales, con el cual se podrá determinar el comportamiento de la variable independiente (Aplicación de geomembranas), este software permitió determinar el perímetro mojado del canal con la aplicación de geomembranas, generando con el cálculo una reducción de la pérdida de agua por infiltración.

Para el análisis de la hipótesis de la investigación se recurrió a la comparación de los cálculos antes de aplicar el experimento (aforos en el mes de abril y mayo) y después de aplicarlo.

### 3.8. Procesamiento de Información

- Visita a campo – Aforos (método del flotador y correntómetro). (**Pre test**)
- Aplicación de software Hcanales (**Post test**).

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Descripción del canal de riego Caqui (PRE TEST)

El canal de estudio es de 1km. de longitud de la progresiva (2+220 - 3+220) del Canal Caqui, distrito de Aucallama, Provincia de Huaral.

El canal de caqui, en la sección de estudio, está cubierto con concreto liso, pero desafortunadamente, su vida útil ya ha finalizado, por lo que se visualizan pendientes desgastadas, pisos subterráneos, roturas de canales, etc. Entonces, en su ruta sufre pérdidas considerables de agua, afectando directamente las tierras agrícolas. Como resultado, se presentan mayores pérdidas del flujo, y para determinar las pérdidas mencionadas, se realizó aforos en abril y mayo, para determinar las pérdidas de agua por infiltración.

#### 4.1.1. Cálculo de pérdidas de agua por infiltración en el canal de riego Caqui revestido con concreto. (PRE TEST)

- Cálculo de Caudal en el mes de Abril. (Ver anexo: 04)

#### AFOROS EN EL CANAL CAQUI

Fecha:	Jueves 11/ Abril/ 2019
--------	------------------------

Instrumento:	Objeto Flotador
--------------	-----------------

N° DE AFORO	1° ENTRADA	2° SALIDA
VELOCIDAD PROMEDIO (m/s)	0.4335	0.434
AREA (m <sup>2</sup> )	0.732	0.705
CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)	0.317322	0.30597
CAUDAL (l/s)	317.322	305.97

Longitud: 0.50 Kilómetros

### PÉRDIDAS QUE SE PIERDE POR INFILTRACION

En 0.50 km. Se

Se pierde:

**0.011352** m<sup>3</sup>/s

**11.352** Lt./s

1 km = 1000 m  
500 m

### CÁLCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACIÓN EN EL CAUDAL (m<sup>3</sup>/s)

0.5 km 0.011352 m<sup>3</sup>/s

1 km **0.022704** m<sup>3</sup>/s

### CÁLCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACIÓN EN LITROS (lt/s)

0.5 km 11.352 Lt./s

1 km **22.704** Lt./s

### CÁLCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACION EN 1 Km.:

#### Pérdidas en 0.50 km.

\* En 0.50 km se pierde: 0.011352 m<sup>3</sup>/s

**11.352** Lt./s

#### Pérdidas en 1 km.

\* En 1 km se pierde: 0.022704 m<sup>3</sup>/s

**22.704** Lt./s

Fuente: Elaboración y formulación propia.

Fecha: **Viernes 26/ Abril / 2019**

Instrumento: **Objeto Flotador**

N° DE AFORO	1° ENTRADA	2° SALIDA
VELOCIDAD PROMEDIO (m/s)	0.4201	0.4228
AREA (m <sup>2</sup> )	0.7456	0.7028
CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)	0.3132266	0.2971438
CAUDAL (l/s)	313.22656	297.14384

**Longitud: 0.50 Kilómetros.**

**PÉRDIDAS QUE SE PIERDE POR INFILTRACION**

En 0.50 km. Se  
pierde:

**0.0160** m<sup>3</sup>/s  
**16.08272** Lt./s

1 km = 1000 m  
500 m

**CÁLCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACIÓN EN EL CAUDAL (m<sup>3</sup>/s)**

0.5 km 0.016082 m<sup>3</sup>/s

1 km **0.032165** m<sup>3</sup>/s

**CÁLCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACIÓN EN LITROS (lt./s)**

0.5 km 16.08272 Lt./s

1 km **32.16544** Lt./s

## CALCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACION EN 1 Km.:

### Pérdidas en 0.50km.

\* En 0.50 km. se pierde: 0.016082 m<sup>3</sup>/s  
**16.08272** Lt./s

### Pérdidas en un 1 km.

\* En 1 km. se pierde: 0.032165 m<sup>3</sup>/s  
**32.16544** Lt./s

Fuente: Elaboración y formulación propia.

Fecha: Jueves 11/ Abril/2019

Instrumento: Correntómetro

N° DE AFORO	1° ENTRADA	2° SALIDA
VELOCIDAD PROMEDIO (m/s)	0.948	0.924
AREA (m <sup>2</sup> )	0.375	0.371
CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)	0.3555	0.342804
CAUDAL (l/s)	355.5	342.804

Longitud: 0.50 kilómetros.

### PÉRDIDAS QUE SE PIERDE POR INFILTRACION

En 0.50 km. Se  
 pierde:

**0.012696** m<sup>3</sup>/s  
**12.696** Lt./s

1 km = 1000 m  
 500 m

### CALCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACIÓN EN EL CAUDAL (m<sup>3</sup>/s)

0.5 km 0.012696 m<sup>3</sup>/s

1 km **0.025392** m<sup>3</sup>/s

### CALCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACIÓN EN LITROS (lt./s)

0.5 km 12.696 Lt./s

1 km **25.392** Lt./s

### CALCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACION EN 1 Km.:

#### Pérdidas en 0.50 km.

\* En 0.50 km. se pierde: 0.012696 m<sup>3</sup>/s

**12.696** Lt./s

#### Pérdidas en 1 km.

\* En 1 km. se pierde: 0.025392 m<sup>3</sup>/s

**25.392** Lt./s

Fuente: Elaboración y formulación propia.

### AFOROS EN EL CANAL CAQUI

Fecha: Viernes 26 / Abril / 2019

Instrumento: Correntómetro

N° DE AFORO	1° ENTRADA	2° SALIDA
VELOCIDAD PROMEDIO (m/s)	0.807	0.823
AREA (m <sup>2</sup> )	0.399	0.375

<b>CAUDAL (m³/s)</b>	0.321993	0.308625
<b>CAUDAL (l/s)</b>	321.993	308.625

**Longitud: 0.50 kilómetros.**

**PÉRDIDAS QUE SE PIERDE POR INFILTRACIÓN**

En 0.50 km. Se  
pierde:

**0.013368** m³/s  
**13.368** Lt./s

1 km = 1000 m  
500 m

**CÁLCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACIÓN EN EL CAUDAL (m³/s)**

0.5 km 0.013368 m³/s

1 km **0.026736** m³/s

**CÁLCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACIÓN EN LITROS (lt./s)**

0.5 km 13.368 Lt./s

1 km **26.736** Lt./s

**CÁLCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACIÓN EN 1 Km. :**

**Pérdidas en 0.50 km.**

\* En 0.50 km. se pierde: 0.013368 m³/s  
**13.368** Lt./s

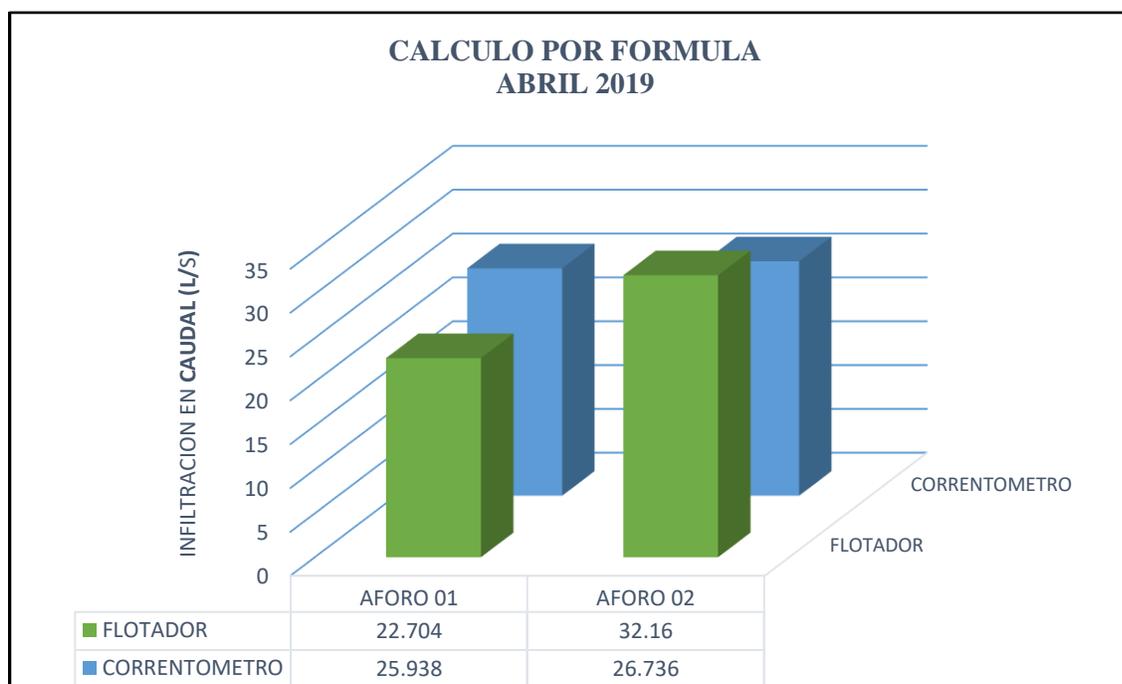
**Pérdidas en 1 km.**

\* En 1 km. se pierde: 0.026736 m³/s  
**26.736** Lt./s

Fuente: Elaboración y formulación propia.

RESULTADO 1					
AFORO DEL MES DE ABRIL					
N° DE AFOROS	INSTRUMENTO	CAUDAL (L/S)		PERDIDAS POR INFILTRACION (L/S)	
		Caudal de Ingreso	Caudal Saliente	(0.50 km.)	(1 km.)
1	Objeto Flotador	317.22	305.97	11.352	22.704
	Correntómetro	355.5	342.8	12.969	25.938
2	Objeto Flotador	313.226	297.14	16.08	32.16
	Correntómetro	321.993	308.625	13.368	26.736

Fuente: Elaboración y formulación propia.



Fuente: Elaboración y formulación propia.

## INTERPRETACIÓN:

Lo que se presenta en el gráfico son los datos obtenidos mediante los aforos que se realizó para la investigación, que se llevó a cabo en 2 puntos diferentes en la trayectoria del canal Caqui, en la cual utilizamos diversos instrumentos, para hallar las pérdidas de agua a través de la infiltración en dicho canal.

La cantidad de agua perdida en 1 km. por el método flotador fluctúa entre 22.74 - 32.16 L/s Y por el método de correntómetro fluctúa entre 25.94 - 26.74 L/s.

### ➤ Cálculo de Caudal en el mes de Mayo. (Ver anexo: 04)

#### AFOROS EN EL CANAL CAQUI

Fecha:	Sábado 04/ Mayo/ 2019
--------	-----------------------

Instrumento:	Objeto Flotador
--------------	-----------------

N° DE AFORO	1° ENTRADA	2° SALIDA
VELOCIDAD PROMEDIO (m/s)	0.4362	0.4365
AREA (m <sup>2</sup> )	0.7590	0.7325
CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)	0.3310758	0.3197363
CAUDAL (l/s)	331.0758	319.73625

Longitud: 0.50 Kilómetros.

#### PÉRDIDAS QUE SE PIERDE POR INFILTRACION

En 0.50 km. se

pierde:

**0.01134** m<sup>3</sup>/s

**11.33955** Lt./s

1 km = 1000 m  
500 m

**CÁLCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACIÓN EN EL CAUDAL (m<sup>3</sup>/s)**

0.5 km 0.011339 m<sup>3</sup>/s

1 km **0.022679** m<sup>3</sup>/s

**CÁLCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACIÓN EN LITROS (lt./s)**

0.5 km 11.33955 Lt./s

1 km **22.6791** Lt./s

**CÁLCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACION EN 1 Km. :**

**Pérdidas en 0.50 km.**

\* En 0.50 km se pierde: 0.011339 m<sup>3</sup>/s

**11.33955** Lt./s

**Pérdidas en 1 km.**

\* En 1 km. se pierde: 0.022679 m<sup>3</sup>/s

**22.6791** Lt./s

Fuente: Elaboración y formulación propia.

**AFOROS EN EL CANAL CAQUI**

Fecha: Lunes 13/ Mayo/ 2019

Instrumento: Objeto Flotador

N° DE AFORO	1°	2°
	ENTRADA	SALIDA

<b>VELOCIDAD PROMEDIO (m/s)</b>	0.4248	0.4258
<b>AREA (m<sup>2</sup>)</b>	0.778	0.749
<b>CAUDAL (m<sup>3</sup>/s)</b>	0.3304944	0.3189242
<b>CAUDAL (l/s)</b>	330.4944	318.9242

**Longitud: 0.50 kilómetros.**

**PÉRDIDAS QUE SE PIERDE POR INFILTRACION**

En 0.50 km. se

pierde:

**0.01157** m<sup>3</sup>/s

**11.5702** Lt./s

1 km = 1000 m  
500 m

**CÁLCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACIÓN EN EL CAUDAL (m<sup>3</sup>/s)**

0.5 km 0.0115702 m<sup>3</sup>/s

1 km **0.0231404** m<sup>3</sup>/s

**CÁLCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACIÓN EN LITROS (lt./s)**

0.5 km 11.5702 Lt./s

1 km **23.1404** Lt./s

**CÁLCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACION EN 1 Km. :**

**Pérdidas en 0.50 km.**

\* En 0.50 km. se pierde: 0.0115702 m<sup>3</sup>/s

**11.5702** Lt./s

**Pérdidas en 1 km.**

\* En 1 km. se pierde: 0.0231404 m<sup>3</sup>/s

**23.1404** Lt./s

Fuente: Elaboración y formulación propia.

## AFOROS EN EL CANAL CAQUI

Fecha: **Sábado 04/ Mayo/ 2019**

Instrumento: **Correntómetro**

N° DE AFORO	1° ENTRADA	2° SALIDA
VELOCIDAD PROMEDIO (m/s)	0.9491	0.9254
AREA (m <sup>2</sup> )	0.3759	0.3723
CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)	0.3567667	0.344526
CAUDAL (l/s)	356.76669	344.5264

**Longitud: 0.50 kilómetros.**

### PÉRDIDAS QUE SE PIERDE POR INFILTRACION

\* En 0.50 km. Se

pierde:

**0.01224** m<sup>3</sup>/s

**12.24027** Lt./s

1 km = 1000 m  
500 m

### CALCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACIÓN EN EL CAUDAL (m<sup>3</sup>/s)

0.5 km 0.01224 m<sup>3</sup>/s

1 km **0.02448** m<sup>3</sup>/s

**CALCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACIÓN EN LITROS (lt./s)**

0.5	km	12.2402	Lt./s
1	km	<b>24.4805</b>	Lt./s

**CALCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACION EN 1 Km:****Pérdidas en 0.50 km.**

* En 0.50 km. se pierde:	0.01224	m <sup>3</sup> /s
	<b>12.2402</b>	Lt./s

**Pérdidas en 1 km.**

* En 1 km. se pierde:	0.02448	m <sup>3</sup> /s
	<b>24.4805</b>	Lt./s

Fuente: Elaboración y formulación propia.

**AFOROS EN EL CANAL CAQUI**

Fecha: Lunes 13/ Mayo/ 2019

Instrumento: Correntómetro

N° DE AFORO	1° ENTRADA	2° SALIDA
VELOCIDAD PROMEDIO (m/s)	0.8078	0.8246
AREA (m <sup>2</sup> )	0.4000	0.3761
CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)	0.32312	0.310132
CAUDAL (l/s)	323.12	310.1320

Longitud: 0.50 Kilómetros.

### PÉRDIDAS QUE SE PIERDE POR INFILTRACION

En 0.50 km. Se

pierde:

**0.012988** m<sup>3</sup>/s

**12.98794** Lt./s

1 km = 1000 m  
500 M

### CALCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACIÓN EN EL CAUDAL (m<sup>3</sup>/s)

0.5 Km 0.01298 m<sup>3</sup>/s

1 Km **0.02597** m<sup>3</sup>/s

### CALCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACIÓN EN LITROS (lt./s)

0.5 Km 12.9879 Lt./s

1 Km **25.9758** Lt./s

### CALCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACION EN 1 Km:

#### Pérdidas en 0.500km.

\* En 0.50 km. se pierde: 0.01298 m<sup>3</sup>/s

**12.9879** Lt./s

#### Pérdidas en 1 km.

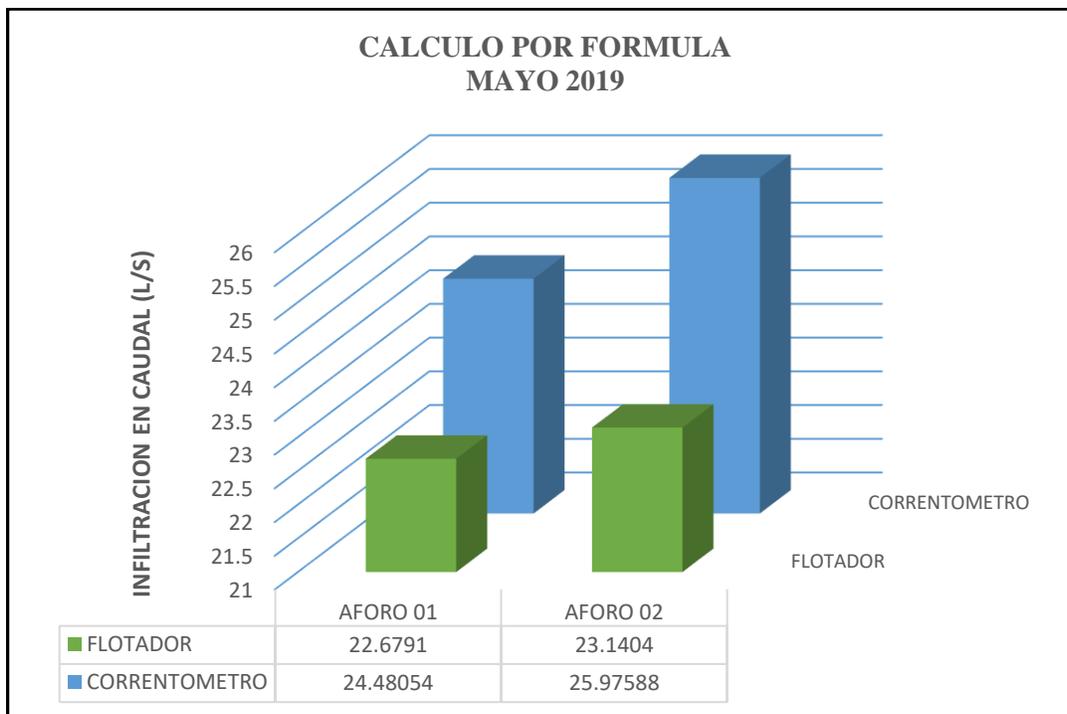
\* En 1 km. se pierde: 0.02597 m<sup>3</sup>/s

**25.9758** Lt./s

Fuente: Elaboración y formulación propia.

RESULTADO 2					
AFORO DEL MES DE MAYO					
N° DE AFOROS	INSTRUMENTO	CAUDAL (L/S)		PERDIDAS POR INFILTRACION (L/s)	
		Caudal de Ingreso	Caudal Saliente	(0.50 km.)	(1 km.)
1	Objeto Flotador	331.0758	319.73625	11.33955	22.6791
	Correntómetro	356.76669	344.52642	12.24027	24.48054
2	Objeto Flotador	330.4944	318.9242	11.5702	23.1404
	Correntómetro	323.12	310.13206	12.98794	25.97588

Fuente: Elaboración y formulación propia.



Fuente: Elaboración y formulación propia.

### INTERPRETACIÓN:

Lo que se presenta en el gráfico son los datos obtenidos mediante los aforos que se realizó para la investigación, que se llevó a cabo en 2 puntos diferentes en la trayectoria del canal Caqui, en la cual utilizamos diversos instrumentos, para hallar las pérdidas de agua a través de la infiltración en dicho canal.

La cantidad de agua perdida en 1 km. por el método flotador fluctúa entre 22.68 - 23.14 L/s Y por el método de correntómetro fluctúa entre 24.48 - 25.97 L/s.

### PROMEDIO DE PERDIDA DE AGUA POR INFILTRACION EN CANALES REVESTIDOS CON CONCRETO (Pre test)

$$= PI_1 + PI_2 + PI_3 + PI_4 + PI_5 + PI_6 + PI_7 + PI_8 / 8$$

$$= 206.24/8 = 25.78 \text{ L/S}$$

#### 4.2. Propuesta de Mejora.

Una vez identificados los principales problemas (ineficiencia del sistema de riego) que se tienen con el revestimiento del canal Caqui, equivalente a mayores pérdidas de agua por infiltración. Se procederá a aplicar un sistema de revestimiento impermeable (Aplicación de geomembranas HDPE), que permita solucionar dichos problemas y por consiguiente reducir las pérdidas de agua por infiltración en el canal de riego de Caqui, distrito de Aucallama, provincia de Huaral.

## **Ventajas técnicas del sistema de impermeabilización de la geomembrana HDPE:**

Primeramente es necesario conocer las ventajas técnicas del sistema de impermeabilización de las geomembranas HDPE:

La aplicación de geomembranas HDP, se puede considerar como una de las mejores técnicas disponibles para la impermeabilización, porque tienen mejores propiedades que las barreras tradicionales (revestimiento de concreto). Las geomembranas HDPE, son materiales modificados que ofrecen resistencia a la pérdida de impermeabilización en los procesos de humectación y **minimizan las pérdidas por infiltración** en los canales de riego.

Las ventajas de las geomembranas HDP son las siguientes:

- Permeabilidad extremadamente baja: 100 a 1000 veces inferior a los convencionales (revestimientos con concreto).
- Mayores garantías frente a defectos de fabricación y puesta en obra.
- Larga vida útil debido a su gran durabilidad.
- Admite deformaciones sin daños, por su gran plasticidad y elasticidad.
- Alta estabilidad física y química frente al ataque de sustancias químicas.

**Tabla 13:** Especificaciones técnicas de la geomembrana HDPE.

PROPIEDADES	UNIDADES	VALORES REQUERIDOS	NORMA
<b>Físicas</b>			
Espesor nominal	mm	1.50	
Espesor mínimo promedio	mm	1.50	ASTM D 5994
Densidad (mínimo promedio)	g/ml	0.940	ASTM D1505 / D792
Cantidad de negro de humo (categoría)	%	2.0 – 3.0	ASTM D 1603/ D4218
Dispersión de negro de humo		1 - 2	ASTM5596
<b>Mecánicas</b>			
Resistencia elástica	kN/ m	15	ASTM D6693 Tipo IV (50mm/min.)
Deformación elástica	%	12	ASTM D6693 Tipo IV (33mm gage)
Resistencia a la ruptura	kN/ m	27	ASTM D6693 Tipo IV
Deformación en la ruptura	%	700	ASTM D6693 Tipo IV (55mm gage)
Resistencia al desgaste (valores min.)	N	125	ASTM D1004
Resistencia al punzonamiento	N	320	ASTM D4833
Resistencia a la tensofisuración	Horas	300	ASTM D5397 (ap.)
Tiempo de oxidación inductiva	Minutos	100	ASTM D3895

**La impermeabilización de geomembranas en comparación con los suelos es bastante, incluso en comparación con los suelos arcillosos.**

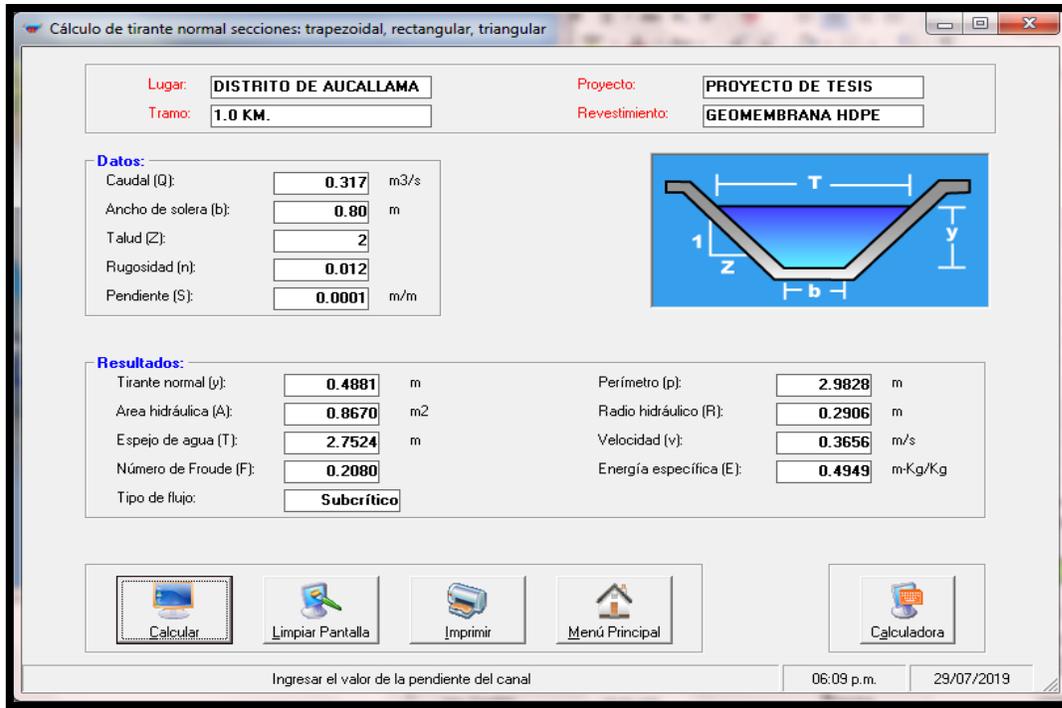
Por esta razón las geomembranas son consideradas impermeables.

**Tabla 14:** Valores de permeabilidad de varios suelos con relación a la geomembrana.

TIPO DE MATERIAL	VALORES DE K (CM/SEG)	PERMEABILIDAD RELATIVA
Grava gruesa	$1 \times 10^{-1}$	
Arena mezclada con grava	$1 \times 10^{-1}$ a $1 \times 10^{-3}$	Muy permeable
Arena fina mezclada con limo	$1 \times 10^{-3}$ a $1 \times 10^{-5}$	Poco permeable
Depósito de arcilla es estratos	$1 \times 10^{-5}$ a $1 \times 10^{-7}$	Casi impermeable
Arcillas Homogéneas	$1 \times 10^{-7}$ a $1 \times 10^{-9}$	Impermeables
Geomembrana HDPE	$1 \times 10^{-12}$ a $1 \times 10^{-15}$	<b>Muy impermeable</b>

**Fuente:** García Rico, Elmer. Manual de Diseño Hidráulico de canales y obras de arte.

4.3. Cálculo de pérdidas de agua por infiltración con aplicación del software Hcanales en el canal de riego Caqui revestido con geomembrana HDPE. (POS TEST).



$$PI = P_m * L_c * I_b$$

Donde:

PI = Pérdida por Infiltración =?

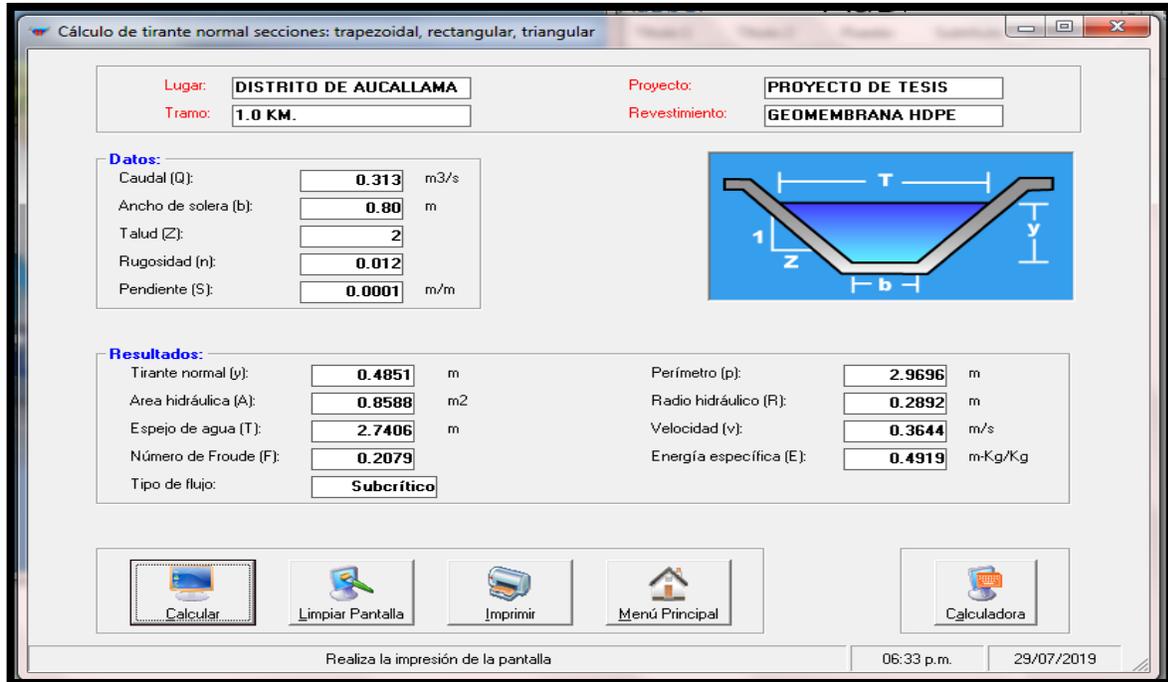
Pm = Perímetro mojado = 2.98m

Ib = Infiltración básica = 10mm/h

Lc = Longitud del canal = 1.0 km. = 1000m.

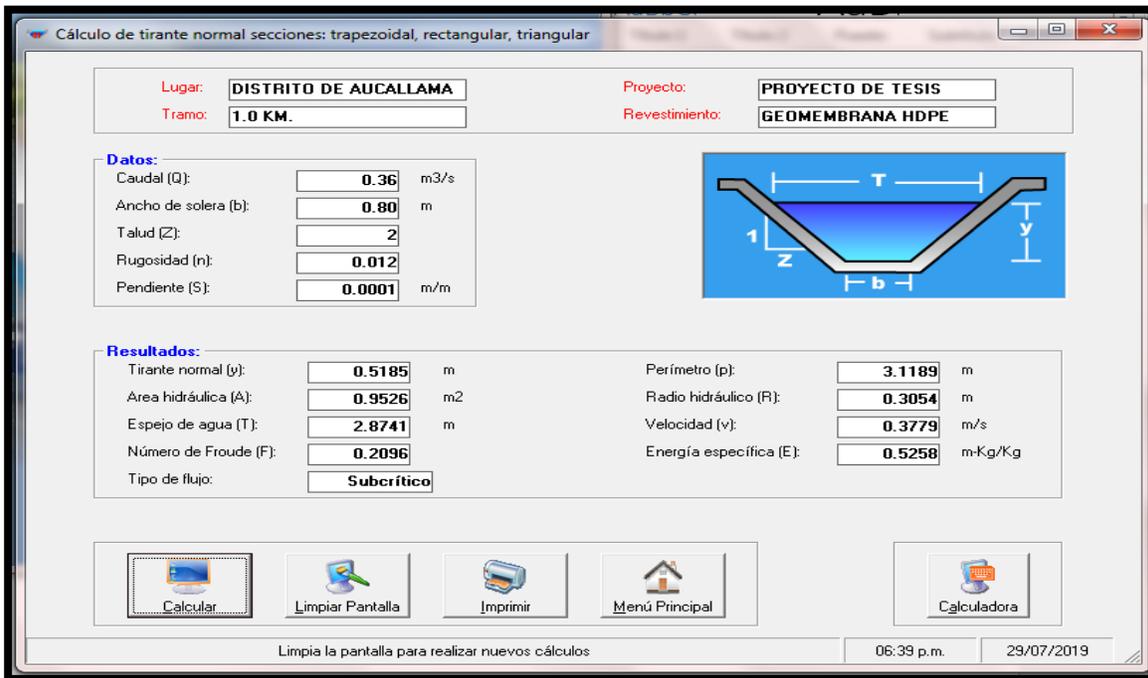
PI<sub>1</sub> = 2.98m \* 1000m \* 10mm/h

**PI<sub>1</sub> = 8.28L/S**



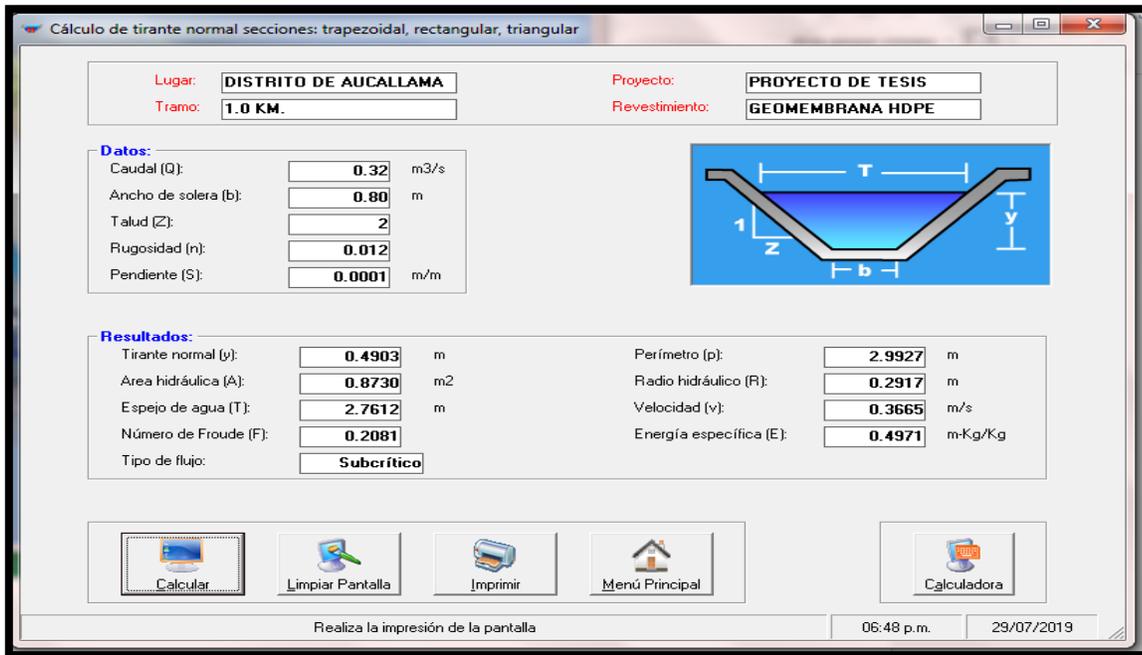
$$Pl_2 = 2.97m * 1000m * 10mm/h$$

$$Pl_2 = 8.25L/S$$



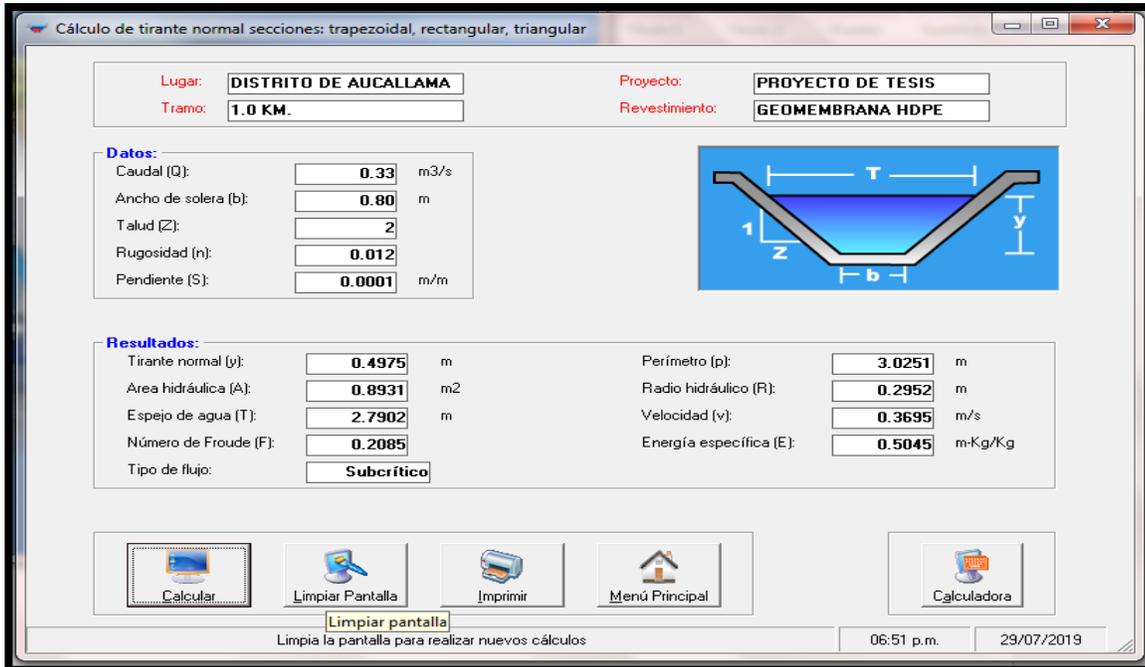
$$Pl_3 = 3.12m * 1000m * 10mm/h$$

$$Pl_3 = 8.25L/S$$



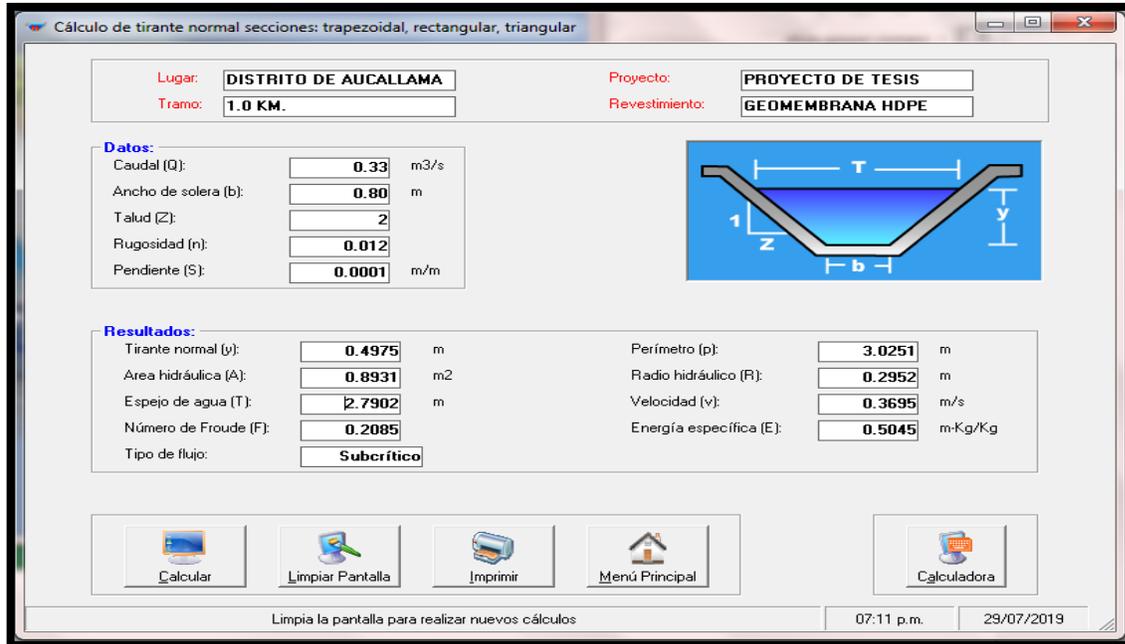
$$PI_4 = 2.99m * 1000m * 10mm/h$$

$$PI_4 = 8.31L/S$$



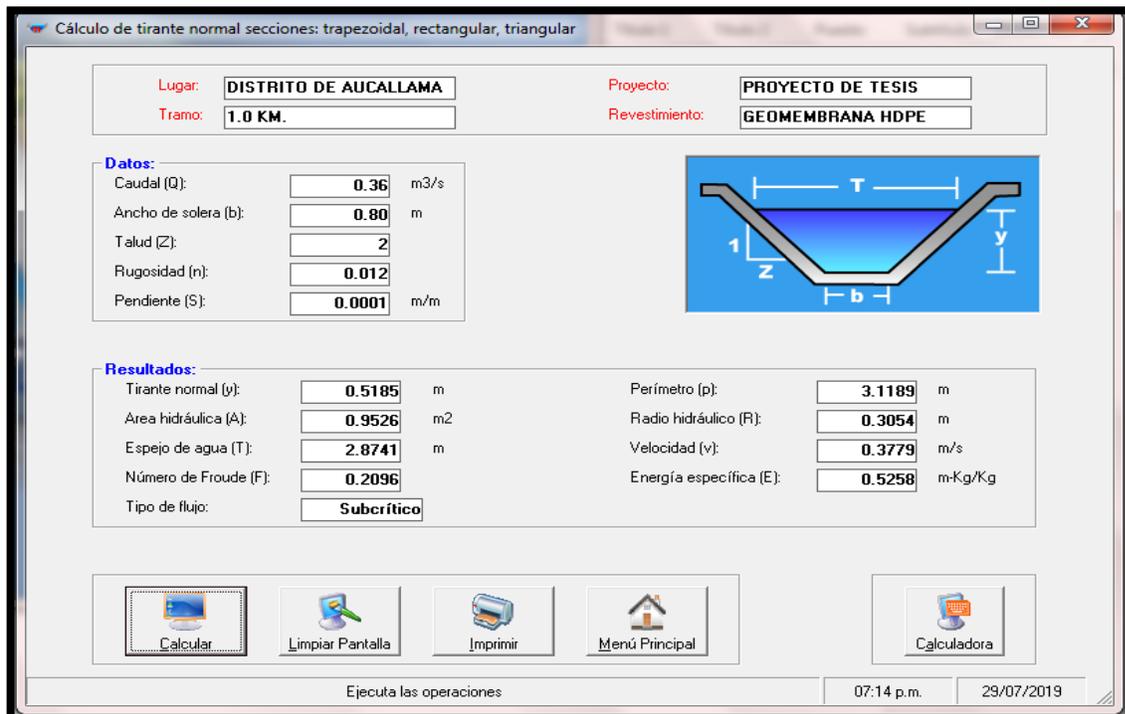
$$PI_5 = 3.03m * 1000m * 10mm/h$$

$$PI_5 = 8.42L/S$$



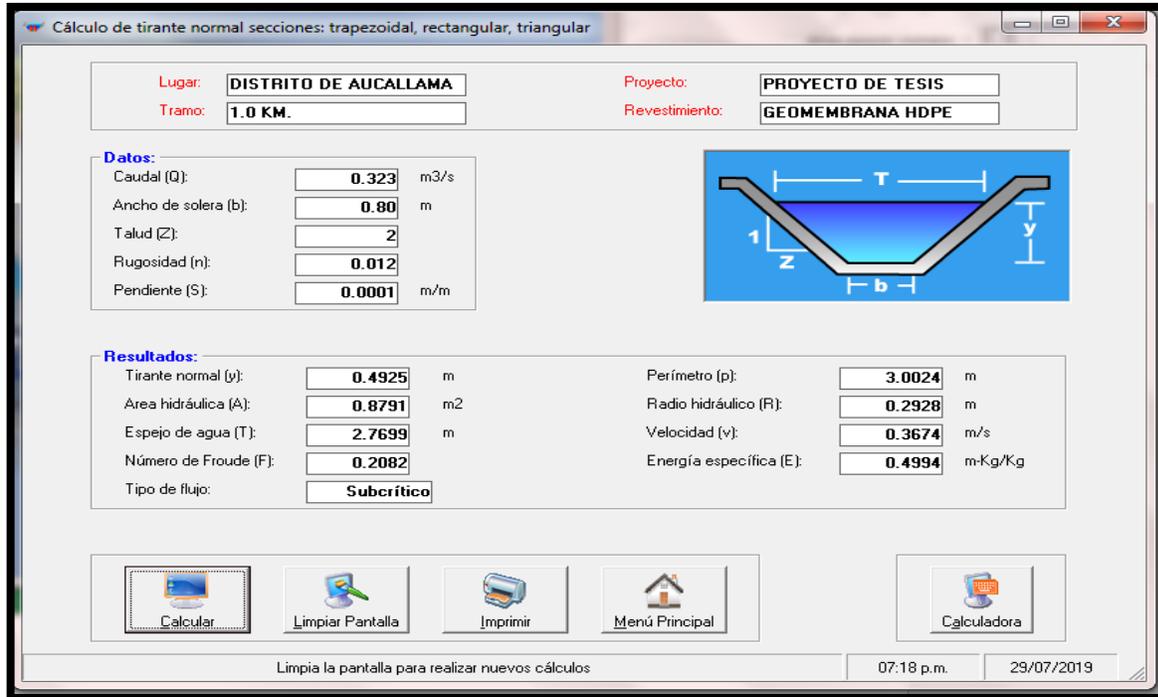
$$PI_6 = 3.02m * 1000m * 10mm/h$$

$$PI_6 = 8.39L/S$$



$$PI_7 = 3.12m * 1000m * 10mm/h$$

$$PI_7 = 8.67L/S$$



$$PI_8 = 3.00m * 1000m * 10mm/h$$

$$PI_8 = 8.33L/S$$

**➔ PROMEDIO DE PERDIDA POR INFILTRACION EN CANALES REVESTIDOS CON GEOMEMBRANA HDPE (POST TEST)**

$$= PI_1 + PI_2 + PI_3 + PI_4 + PI_5 + PI_6 + PI_7 + PI_8 / 8$$

$$= 67.31/8 = 8.41 L/S$$

**4.4. Situación de mejora.**

A continuación mostraremos la reducción de las pérdidas de agua por infiltración gracias a la aplicación de geomembranas HDPE en el canal de riego de Caqui.

Teniendo en cuenta las especificaciones técnicas de la geomembrana HDPE conjuntamente con la aplicación del software Hcanales, se pudo determinar las pérdidas de agua por infiltración, teniendo como resultado:

 **PROMEDIO DE PERDIDA DE AGUA POR INFILTRACION EN CANALES REVESTIDOS CON CONCRETO (PRE TEST)**

$$= PI_1 + PI_2 + PI_3 + PI_4 + PI_5 + PI_6 + PI_7 + PI_8 / 8$$

$$= 206.24/8 = 25.78 \text{ L/S } (\uparrow)$$

 **PROMEDIO DE PERDIDA DE AGUA POR INFILTRACION EN CANALES REVESTIDOS CON GEOMEMBRANA HDPE (POST TEST)**

$$= PI_1 + PI_2 + PI_3 + PI_4 + PI_5 + PI_6 + PI_7 + PI_8 / 8$$

$$= 67.31/8 = 8.41 \text{ L/S } (\downarrow)$$

**Análisis comparativo de pérdida de agua por infiltración entre un canal revestido con concreto vs geomembrana: Pre test – Post test**

Con la finalidad de precisar la cantidad de agua perdida en el canal de riego Caqui, se presenta la tabla comparativa de pérdidas por infiltración:

DESCRIPCION	PÉRDIDA POR INFILTRACIÓN
Con Concreto ( <b>Pre test</b> ). 	25.78 L/s (↑)
Con Geomembrana ( <b>Pos test</b> ). 	8.4 L/s (↓)
Diferencia 	17.38 L/s
Porcentaje %	67.42%

Como se puede apreciar la diferencia entre estas 2 alternativas es de 17.38 L/s de pérdida de agua por infiltración. Siendo el porcentaje mayor de la pérdida de agua con el revestimiento del concreto (**Pre test**), demostrándose de esta manera la diferencia de pérdida de agua entre ambas alternativas para este caso en particular.

Se concluye, por tanto, que con el revestimiento de geomembranas (**Post test**) resulta más eficiente, dando como resultado menor pérdida de agua por infiltración en el canal de riego de Caqui.

## Análisis comparativos de costos directos.

### PRESUPUESTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN CANAL CON LONGITUD DE 1KM. DE FORMA TRAPEZOIDAL CON GEOMENBRANA HDPE

OBRA : CONSTRUCCION DE 1 KM DE CANAL DE FORMA TRAPEZOIDAL

FECHA: jun-19

PROPIETARIO: GASPAR ROMERO, ELVIA

UBICACIÓN: Distrito de Aucallama

CONTRATISTA: JHQ. Ingeniería y Arquitectura

AREA GEOGRÁFICA: Canal Caqui

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	P. UNIT.	PARCIAL	IMPORTE
<b>1.00</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>					
1.01	CASETA PARA MATRIALES	GB.	1.00	1000.00	1.00	
1.02	CERCO DE SEGURIDAD	GB.	1.00	2700.00	2,700.00	
1.03	TRAZO REPLANTEO DEL CANAL	GB.	1.00	3650.00	3,650.00	
						6,351.00
<b>2.00</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>					
2.01	EXCAVACION DEL CANAL	M3	2134.00	320.93	684,863.96	
2.02	ELIMINACION DE MTRIAL EXCEDENTE	M3	2134.00	53.17	113,465.67	
						798,329.63
<b>3.00</b>	<b>REVESTIMIENTO</b>					
3.01	GEOMENBRANA DE POLIETILENO HPDE	M2	414.00	98.45	40,758.30	
						40,758.30
<b>COSTO DIRECTO</b>						845,438.93
GASTOS GENERALES ( 12% )						126,815.84
UTILIDAD ( 10 % )						84,543.89
SUBTOTAL						1,056,798.66
IGV (18%)						190,223.76
<b>TOTAL</b>						<b>1,247,022.42</b>

**PRESUPUESTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN CANAL CON LONGITUD DE 1 KM. DE FORMA TRAPEZOIDAL CON CONCRETO SIMPLE**

OBRA : CONSTRUCCION DE 1 KM DE CANAL DE FORMA TRAPEZOIDAL  
 PROPIETARIO: GASPAR ROMERO, ELVIA  
 CONTRATISTA: JHQ. Ingeniería y Arquitectura

FECHA: jun-19  
 UBICACIÓN: Distrito de Aucallama  
 AREA GEOGRÁFICA: Canal Caqui

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	P. UNIT.	PARCIAL	IMPORTE
<b>1.00</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>					
1.01	CASETA PARA MATRIALES	GB.	1.00	1000.00	1.00	
1.02	CERCO DE SEGURIDAD	GB.	1.00	2700.00	2,700.00	
1.03	TRAZO REPLANTEO DEL CANAL	GB.	1.00	3650.00	3,650.00	
						6,351.00
<b>2.00</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>					
2.01	EXCAVACION DEL CANAL	M3	2134.00	320.93	684,863.96	
2.02	ELIMINACION DE MATRIAL EXCEDENTE	M3	2134.00	53.17	113,465.67	
						798,329.63
<b>3.00</b>	<b>CONCRETO SIMPLE</b>					
3.01	CONCRETO FC= 175 KG/CM2	M3	414.00	299.50	123,991.28	
3.02	ENCOFRA. - DESENCOF.	M2	6129.40	37.64	230,713.86	
						354,705.14
<b>COSTO DIRECTO</b>						1,159,385.77
GASTOS GENERALES ( 12% )						173,907.87
UTILIDAD ( 10 % )						115,938.58
SUBTOTAL						1,449,232.21
IGV (18%)						260,861.80
<b>TOTAL</b>						<b>1,710,094.01</b>

### Comparativo de costos:

Con la finalidad de hacer una comparación económica, se presenta la tabla comparativa de costos:

Comparativo de costos

DESCRIPCION	COSTO
Con concreto Simple(Pre test)	S/. 1,710,094.01
Con Geomembrana(Post test)	S/. 1,247,022.42
Diferencia	S/. 463,071.59
Porcentaje %	37.13%

Esta comparación se hace asumiendo que los materiales para los 2 casos se encuentran disponibles, y que se cuenta con personal calificado para poder realizar cualquiera de las 2 alternativas.

Como se puede apreciar la diferencia entre estas 2 alternativas es de s/. 463,071.59 a favor de la alternativa que usa la geomembrana. Siendo el porcentaje de costo del concreto simple mayor al costo del canal de riego con geomembrana, demostrándose de esta manera la diferencia de costos entre ambas alternativas para este caso en particular.

Se concluye, por tanto, que desde el punto de vista económico, la aplicación de geomembrana resulta más económica.

## CAPITULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1. Discusión del cálculo del caudal de diseño del canal de riego de caqui con revestimiento de Concreto:

Para esta investigación el propósito fue calcular el caudal de diseño del canal de riego de Caqui del distrito de Aucallama y su influencia con las pérdidas de agua por infiltración.

A través de los resultados obtenidos durante la investigación se puede estimar lo siguiente:

#### PROMEDIO DE PERDIDA DE AGUA POR INFILTRACION EN CANALES REVESTIDOS CON CONCRETO

$$= PI_1 + PI_2 + PI_3 + PI_4 + PI_5 + PI_6 + PI_7 + PI_8 / 8$$

$$= 206.24/8 = 25.78 \text{ L/S}$$

El promedio de pérdida de agua por infiltración medida a través del objeto flotante y correntómetro en los meses de abril y mayo del presente año fue de 25.78 L/s. resultando gran pérdida de agua, también se concluye que cuanto mayor sea el volumen de agua transportada a través del canal, mayor será la cantidad de agua infiltrada.

#### 5.2. Discusión de la aplicación del software Hcanales para determinar las pérdidas por infiltración en un canal revestido con geomembranas HDPE.

La geomembrana a ser aplicada debe ser de Polietileno de Alta Densidad (HDPE) de 1.5 mm. (60 mil) de espesor, lisos en ambas caras. La geomembrana debe fabricarse con un material virgen (resinas) de primera calidad, de alto peso molecular y no debe contener más del 3% del material reprocesado; del mismo modo deberá ser fabricada especialmente como una barrera de fluidos en estructuras hidráulicas. La geomembrana debe ser duradera y resistente a la degradación química y a los rayos ultravioletas.

 **PROMEDIO DE PERDIDA DE AGUA POR INFILTRACION EN CANALES REVESTIDOS CON GEOMEMBRANA HDPE**

$$= PI_1 + PI_2 + PI_3 + PI_4 + PI_5 + PI_6 + PI_7 + PI_8 / 8$$

$$= 67.31/8 = 8.41 \text{ L/S}$$

La aplicación de geomembranas HDPE en canales de riego reduce las pérdidas de agua por infiltración, debido a que la geomembrana es un material altamente impermeable.

Analizando los resultados obtenidos con la aplicación de geomembranas en el canal de riego de Caqui, se obtiene un promedio de pérdidas de agua por infiltración  $PI=8.41$  L/s. resultando una menor pérdida en comparación a un canal con revestimiento de concreto donde las pérdidas son mayores.

### **5.3. Discusión de análisis de costos directos**

El presupuesto para la construcción de un canal de 1km. de longitud revestido con geomembranas HDPE resulta más económico en comparación de un revestimiento con concreto.

Como se puede apreciar en los resultados la diferencia entre estas 2 alternativas es de s/. 463,071.59 a favor de la alternativa que usa la geomembrana. Siendo el porcentaje de costo mayor del concreto simple del canal de riego, demostrándose de esta manera la diferencia de costos entre ambas alternativas para este caso en particular.

## CONCLUSIONES

- 1) Se evaluó, que con la aplicación de geomembranas el promedio de pérdida de agua por infiltración disminuyó en 8.4 L/s, a diferencia de un canal revestido con concreto, el promedio de pérdida de agua por infiltración fue de 25.78 L/s.
- 2) Existió relación significativa entre la aplicación de geomembranas con las propiedades mecánicas del suelo de fundación en el canal de riego de Caqui, siendo las geomembranas HDPE indicado para colocar en nuestra sub rasante del canal de riego ya que presentó parámetros geotécnicos favorables en cuanto a su resistencia y capacidad de carga de suelo.
- 3) Los efectos que se produjo con la aplicación de geomembranas fue una mínima variación entre el caudal de entrada y salida, la diferencia fue de 8.41L/s en 1km. de longitud del canal de riego de Caqui. A partir del análisis comparativo de revestimiento del canal con geomembranas se concluyó que con dicho revestimiento la pérdida de agua disminuye considerablemente en 17.38L/s (67.42%) en comparación al de un revestimiento con concreto, la pérdida de agua es mayor (25.78 L/s) debido a la permeabilidad que ésta presenta.

## RECOMENDACIONES

- 1) Debido a la existencia de pérdidas de agua por infiltración, es recomendable mejorar los materiales y las herramientas utilizadas para la construcción de canales de riego, con el fin de tener una mejor infraestructura hidráulica, de esta manera evitaríamos fallas estructurales y por ende tener un mejor aprovechamiento del líquido elemento para satisfacer las necesidades de los agricultores.
- 2) Con los aforos que se realizaron se han demostrado pérdidas considerables de agua, por lo que se recomienda revestir el canal con geomembranas HDPE para reducir las pérdidas de agua y por ende lograr una mejor disposición de los recursos hídricos.
- 3) Es necesario optar por nuevas técnicas de revestimiento de canales de riego en la Región, a fin de remediar el déficit que afecta a todos los agricultores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. APARICIO, F. (1997). *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. Noriega Editores, Editorial Limusa.
2. AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA (2010). *Criterios de diseños de obras hidraulicas*. Lima: Dirección de estudios de proyectos hidráulicos multisectoriales.
3. AZAÑERO, V. (2007). *Aplicación de geomembranas en pozas de almacenamiento de Agua*. Lima.
4. CANCINO, R. (OCT.2016). *Pérdida de agua por Infiltración*. consultado el 15 de Abril de 2019, de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9806>
5. CASTELLANOS, H. E. (2017). *Diseño y construcción de un canal*. consultado el 10 de Abril de 2019, de <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642017000600012>.
6. CHEREQUE, W.(2003). *Hidrología*. Pontífice Universidad Católica del Perú, Segunda Edicion .Editorial Concytec. Lima.
7. CIDELSA. (2006). *Empresa comercializadora de geomembranas*. Lima.
8. CORONADO, F. (1992). *Diseño y Construcción de Canales*. (1ra. Ed.).Lima: Hozlo.
9. MONSALVE, G. (1999). *Hidrología en Ingeniería*.(2da. Ed.) Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
10. MORENO, J. (2004). *Especificaciones Técnicas para el diseño de captaciones por Gravedad de aguas Superficiales*. Editorial Cosude. Lima.

11. ROLDAN, A. (2017). *Evaluación de las pérdidas de conducción en el canal la Mora. Lima.*
12. ROMAN, S. (2012). *Manual de instalación de geomembrana PVC.* Consultado el 7 de abril de 2019, de [https://www.academia.edu/13846109/INFORMACION\\_PARA\\_LA\\_INSTALACION\\_GEOMEMBRANAS](https://www.academia.edu/13846109/INFORMACION_PARA_LA_INSTALACION_GEOMEMBRANAS)
13. ROSELL, C. (1993). *Irrigación. (1ra. Ed.). Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.*
14. TORRES, F. (1987). *Obras Hidráulicas. México: Limusa/Grupo Noriega.*
15. VILLÓN, M. (2004). *Hidráulica de Canales. (2da. ed). Tecnológica de Costa Rica.*
16. QUISPE, I. (2018). *Diseño de la conducción de agua para riego desde el Reservorio Culpuro hasta el Reservorio Santa Isabel, en la parroquia Juan Montalvo, cantón Cayambe.* Consultado el 29 de marzo de 2019, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/16071>.
17. SALDAÑA, D. (2017). *Diseño del revestimiento de un canal con geomembranas.* Consultado el 7 de Abril de 2019, de <https://es.scribd.com/document/357533646/Proyecto-de-Tesis>
18. CHACÓN, V. (2017). *Diseño de 4 km del Canal Unguay – Huaso - Provincia de Julcan – Región La Libertad.* Consultado el 29 de Marzo de 2019, de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9690>.

## **ANEXOS**

**ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**ANEXO 02: MODELO DE FICHAS DE RCOLECCION DE DATOS**

**ANEXO 03: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

**ANEXO 04: CALCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO DEL CANAL CAQUI**

**ANEXO 05: FICHA DE CALCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO**

**ANEXO 06: FICHA TECNICA DE LA GEOMEMBRANA HDPE**

**ANEXO 07: COSTOS Y PRESUPUESTOS DEL CANAL CAQUI**

**ANEXO 08: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO**

**ANEXO 09: PLANOS**

**ANEXO 10: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS**

**ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**“APLICACIÓN DE GEOMEMBRANAS PARA REDUCIR LAS PERDIDAS DE AGUA POR INFILTRACION DEL CANAL DE RIEGO CAQUI, PROVINCIA DE HUARAL”**

PROBLEMA	OBJETIVOS	UARIPIOTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN Y MUESTRA	TECNICAS E INSTRUMENTOS
<p><b>PROBLEMA GENERAL:</b></p> <p>¿Qué efectos produce la aplicación de geomembranas en las pérdidas de agua por infiltración del canal de riego de Caqui?</p>	<p><b>OBJETIVOS GENERAL:</b></p> <p>Evaluar los efectos que produce la aplicación de geomembranas en las pérdidas de agua por infiltración del canal de riego de Caqui.</p>	<p><b>HIPOTESIS GENERAL:</b></p> <p>La aplicación de geomembranas disminuye las pérdidas de agua por infiltración del canal de riego de Caqui.</p>			<p>Alta flexibilidad</p> <p>Altamente resistente a las fuerzas externas y a la tracción</p> <p>Máxima resistencia química</p> <p>Bajo coste de transporte</p> <p>Bajos niveles de permeabilidad</p> <p>Capacidades reflexivas</p> <p>Resistencia a los rayos Ultra Violeta</p>	<p><b>MÉTODO:</b></p> <p><b>Método General:</b> Método Científico</p> <p><b>Tipo de investigación:</b> Tipo Aplicada Tecnológica.</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> Descriptivo -Explicativo.</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> Experimental.</p>	<p><b>POBLACIÓN:</b></p> <p>Está representada por el Canal de Caqui perteneciente al distrito de Aucallama de la provincia de Huaral.</p>	<p><b>VISITA A CAMPO:</b></p> <p>Aforos en el mes de abril y mayo, para determinar las pérdidas por infiltración.</p>
<p><b>PROBLEMAS ESPECIFICOS:</b></p> <p>a) ¿De qué manera la aplicación de geomembranas se relaciona con las propiedades mecánicas del suelo de fundación, del canal de riego de Caqui?</p> <p>b) ¿Qué efectos produce la aplicación de geomembranas en el caudal de diseño del canal de riego de Caqui?</p>	<p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS:</b></p> <p>a) Establecer la relación que existe entre la aplicación de geomembranas y las propiedades mecánicas del suelo de fundación, del canal de riego de Caqui.</p> <p>b) Determinar los efectos que produce la aplicación de geomembranas en el caudal de diseño, del canal de riego de Caqui.</p>	<p><b>HIPOTESIS ESPECIFICOS:</b></p> <p>a) Existe relación significativa entre la aplicación de geomembranas con las propiedades mecánicas del suelo de fundación del canal de riego de Caqui.</p> <p>b) Los efectos que produce la aplicación de geomembranas es una mínima variación entre el caudal de diseño de entrada y salida del canal de riego de Caqui.</p>	<p><b>VARIABLE “X” INDEPENDIENTE</b></p> <p><b>Aplicación de geomembranas</b></p>	<p>Características de la Geomembranas</p> <p>Espesor de la Geomembrana</p> <p>Propiedades Mecánicas del suelo de fundación</p>	<p>0.5 mm.</p> <p>1.0 mm.</p> <p>1.5 mm.</p> <p>2.0 mm.</p> <p>Resistencia al Corte</p> <p>Presión Lateral del Suelo</p> <p>Consolidación</p> <p>Capacidad de Carga</p> <p>Permeabilidad y Filtración</p> <p>Estabilidad de Taludes</p>		<p><b>APLICACIÓN DE SOFTWARE:</b></p> <p>Hcanales.</p> <p><b>ESTUDIO DE SUELOS:</b></p> <p>Informe de análisis de suelos.</p>	
			<p><b>VARIABLE “ Y ” DEPENDIENTE</b></p> <p><b>Pérdidas de agua por infiltración.</b></p>	<p>caudal de Diseño</p>	<p>Método del flotador</p> <p>Método del Correntómetro</p>			



## ANEXO 02: MODELO DE FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS CON EL MÉTODO FLOTADOR Y CORRENTOMETRO PARA MEDIR EL CAUDAL DE DISEÑO DEL CANAL CAQUI

### FICHA TECNICA

#### GENERALIDADES

**Nombre:** “Aplicación de geomembranas para reducir las pérdidas de agua por infiltración del canal de riego caqui, provincia de Huaral”

**Diseño de investigación:** Experimental

#### Objetivos:

##### General:

- Precisar la influencia de la aplicación de geomembranas en las pérdidas de agua por infiltración del canal de riego de Caqui, Distrito de Aucallama, provincia de Huaral.

##### Específicos:

- Determinar la influencia de la aplicación de geomembranas en las propiedades mecánicas del suelo de fundación, del canal de riego de Caqui, Distrito de Aucallama, provincia de Huaral.
- Establecer la influencia de la aplicación de geomembranas en el cálculo del caudal del diseño, del canal de riego de Caqui, Distrito de Aucallama, provincia de Huaral.

#### Lugar:

Departamento: Lima

Provincia : Huaral

Distrito : Aucallama

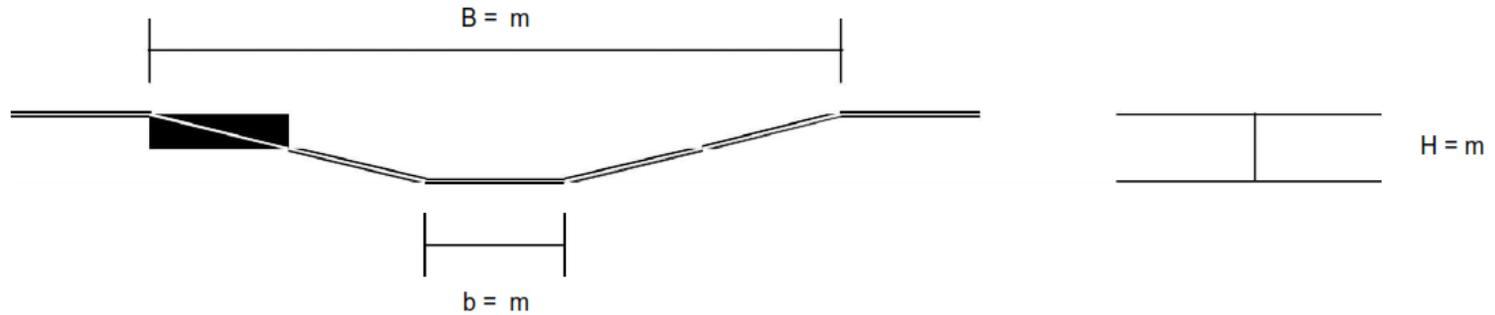
Canal : Caqui



## CÁLCULO DE CAUDALES UTILIZANDO OBJETO FLOTANTE

SECCIÓN DE AFORO

MEDICIONES				TIEMPO PROMEDIO (1)
tiempo 1	tiempo 2	tiempo 3	tiempo 4	seg.



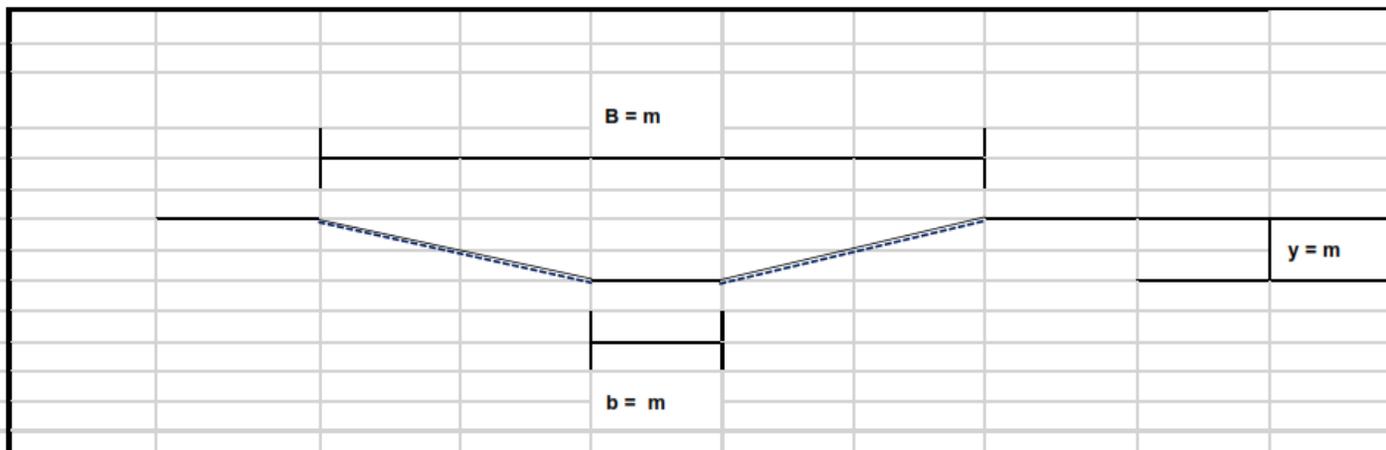
DISTANCIA m	VELOCIDAD MEDIA m/seg.	TIRANTE O ALTURA	BASE MENOR m	BASE MAYOR m	AREA m <sup>2</sup>	CAUDAL TOTAL m <sup>3</sup> /s
		Tirante 1				

FECHA:	_____	ESTACION:	_____
HORA DE INICIO:	_____	CORRIENTE:	_____
HORA FINAL:	_____	CUENCA:	_____
ÁREA:	_____	REGION:	_____
V. MEDIA:	_____	PROVINCIA:	_____
		DISTRITO:	_____
		CASERÍO:	_____

### CALCULO DE CAUDALES UTILIZANDO EL CORRENTOMETRO

SECCION DE AFORO

INGRESO O SALIDA



Profundidad de la		Velocidades (m/s)			Velocidad Promedio (m/s)	Tiempo (seg)	Area Mojada (m <sup>2</sup> )			Area (m <sup>2</sup> )	Caudal Total (m <sup>3</sup> /s)
Método (%)	Altura Sensor	Med 1	Med 2	Med 3			B	b	y		
ESTACION:					Datos Equipo de Aforo:			Datos de Aforos:			
REGION:					Correntómetro Marca :			Caudal Total :			
PROVINCIA:					Modelo :			Velocidad Media :			
DISTRITO:					Hélice :			Area :			
					Contador Digital :			Datos de Campo:			
					Tiempo de Medición :			Fecha			
					Sistema de Aforo :			Hora			
					Operador :			Sección de Canal			
								Tipo Canal			
								Base Mayor (B)			
								Ancho de Solera (b)			
								Tirante de Agua (y)			

### ANEXO 03: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

TIEMPO ACTIVIDADES	MESES – 2019				
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
1. Determinación del Problema.					
2. Elaboración y aprobación del plan de tesis.					
3. Aprobación del formato de tesis.					
4. Recolección de información y fuentes.					
5. Elaboración de instrumentos de investigación.					
6. Aplicación del Instrumento.					
7. procesamiento de datos estadísticos.					
8. Interpretación de datos procesados.					
9. Constatación de hipótesis.					
10. Conclusiones y Recomendaciones.					
11. Sustentación de tesis.					

## **ANEXO 04**

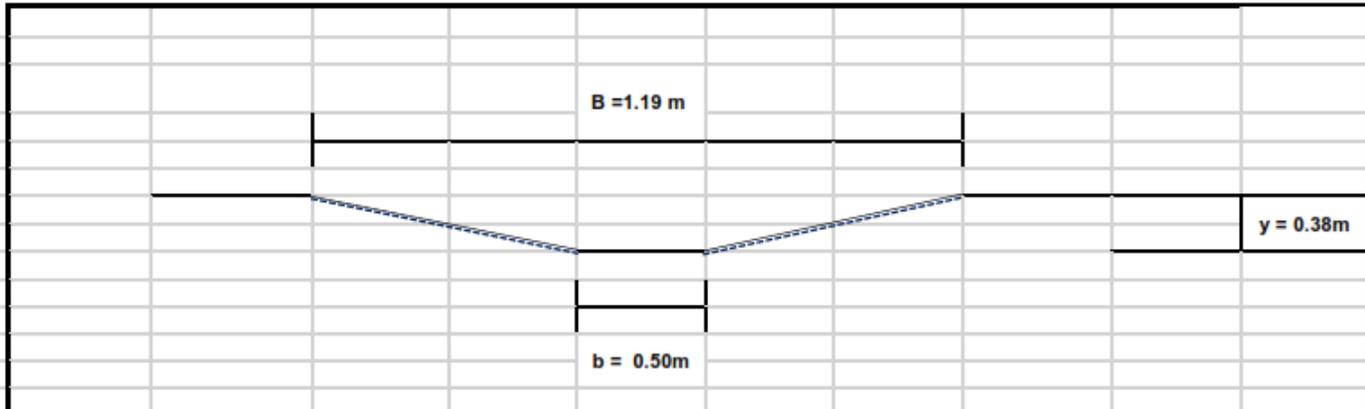
**CALCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO DEL  
CANAL CAQUI, CON EL CORRENTOMETRO  
EN EL MES DE ABRIL**

**CALCULO DE CAUDALES UTILIZANDO EL CORRENTOMETRO**

SECCION DE AFORO

CANAL CAQUI

INGRESO



Profundidad de la		Velocidades (m/s)			Velocidad Promedio (m/s)	Tiempo (seg)	Area Mojada (m <sup>2</sup> )			Area (m <sup>2</sup> )	Caudal Total (m <sup>3</sup> /s)
Método (%)	Altura Sensor	Med 1	Med 2	Med 3			B	b	y		
0.40	0.15	0.957	0.943	0.946	0.9487	30	1.18	0.80	0.38	0.3762	0.3555
					<b>Datos Equipo de Aforo:</b>			<b>Datos de Aforos:</b>			
ESTACION:	CANAL CAQUI				Correntómetro Marca :	Hydrological Services		Caudal Total :	355.5 LT/S		
REGION:	LIMA				Modelo :	OSS - B1 09 - 14		Velocidad Media :	0.948 M/S		
PROVINCIA:	HUARAL				Hélice :	A - 09 - 14		Area :	0.375 M2		
DISTRITO:	AUCALLAMA				Contador Digital :	PVD 100		<b>Datos de Campo:</b>			
					Tiempo de Medición :	30 segundos		Fecha	10/04/2019		
					Sistema de Aforo :	Vadeo		Hora	9:00 AM		
					Operador :	Elvia Gaspar Romero		Sección de Canal	Trapezoidal		
								Tipo Canal	Revestido		
								Base Mayor (B)	1.19 m		
								Ancho de Solera (b)	0.80 m		
								Tirante de Agua (y)	0.38 m		

**CALCULO DE CAUDALES UTILIZANDO EL CORRENTOMETRO**

SECCION DE AFORO

CANAL CAQUI

SALIDA



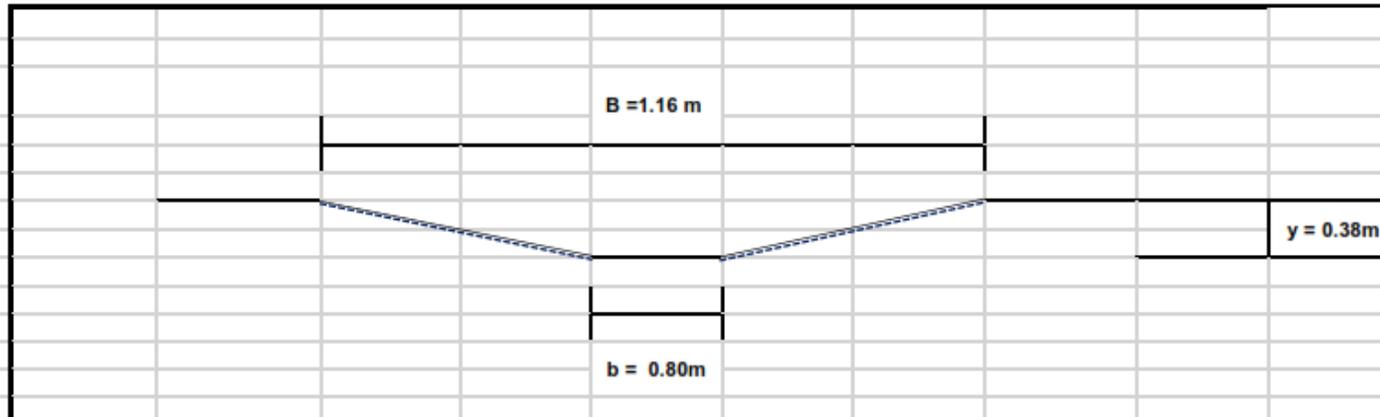
Profundidad de la		Velocidades (m/s)			Velocidad Promedio (m/s)	Tiempo (seg)	Area Mojada (m²)			Area (m²)	Caudal Total (m³/s)
Método (%)	Altura Sensor	Med 1	Med 2	Med 3			B	b	y		
0.40	0.16	0.937	0.921	0.918	0.9253	30	1.16	0.80	0.38	0.3724	0.3428
					Datos Equipo de Aforo:			Datos de Aforos:			
ESTACION:	CANAL CAQUI				Correntómetro Marca :	Hydrological Services		Caudal Total :	342.804 LT/S		
REGION:	LIMA				Modelo :	OSS - B1 09 - 14		Velocidad Media :	0.924 M/S		
PROVINCIA:	HUARAL				Hélice :	A - 09 - 14		Area :	0.371 M2		
DISTRITO:	AUCALLAMA				Contador Digital :	PVD 100		Datos de Campo:			
					Tiempo de Medición :	30 segundos		Fecha	10/04/2019		
					Sistema de Aforo :	Vadeo		Hora	9:30 AM		
					Operador :	Elvia Gaspar Romero		Sección de Canal	Trapezoidal		
								Tipo Canal	Revestido		
								Base Mayor (B)	1.16m		
								Ancho de Solera (b)	0.80 m		
								Tirante de Agua (y)	0.38 m		

**CALCULO DE CAUDALES UTILIZANDO EL CORRENTOMETRO**

SECCION DE AFORO

CANAL CAQUI

SALIDA



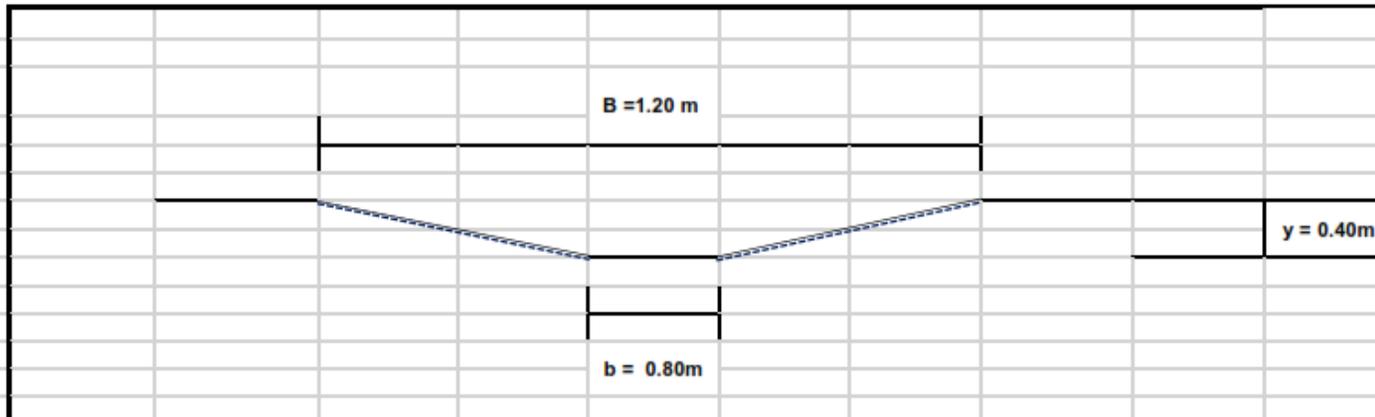
Profundidad de la		Velocidades (m/s)			Velocidad Promedio (m/s)	Tiempo (seg)	Area Mojada (m²)			Area (m²)	Caudal Total (m³/s)
Método (%)	Altura Sensor	Med 1	Med 2	Med 3			B	b	y		
0.40	0.16	0.937	0.921	0.918	0.9253	30	1.16	0.80	0.38	0.3724	0.3428
<b>Datos Equipo de Aforo:</b>						<b>Datos de Aforos:</b>					
ESTACION:	CANAL CAQUI		Correntómetro Marca :		Hydrological Services		Caudal Total :		342.804 LT/S		
REGION:	LIMA		Modelo :		OSS - B1 09 - 14		Velocidad Media :		0.924 M/S		
PROVINCIA:	HUARAL		Hélice :		A - 09 - 14		Area :		0.371 M2		
DISTRITO:	AUCALLAMA		Contador Digital :		PVD 100		<b>Datos de Campo:</b>				
			Tiempo de Medición :		30 segundos		Fecha		10/04/2019		
			Sistema de Aforo :		Vadeo		Hora		9:30 AM		
			Operador :		Elvia Gaspar Romero		Sección de Canal		Trapezoidal		
							Tipo Canal		Revestido		
							Base Mayor (B)		1.16m		
							Ancho de Solera (b)		0.80 m		
							Tirante de Agua (y)		0.38 m		

**CALCULO DE CAUDALES UTILIZANDO EL CORRENTOMETRO**

SECCION DE AFORO

CANAL CAQUI

INGRESO



Profundidad de la		Velocidades (m/s)			Velocidad Promedio (m/s)	Tiempo (seg)	Area Mojada (m <sup>2</sup> )			Area (m <sup>2</sup> )	Caudal Total (m <sup>3</sup> /s)
Método (%)	Altura Sensor	Med 1	Med 2	Med 3			B	b	y		
0.40	0.13	0.841	0.842	0.742	0.8083	30	1.20	0.80	0.40	0.4000	0.3219
					<b>Datos Equipo de Aforo:</b>			<b>Datos de Aforos:</b>			
ESTACION:	CANAL CAQUI				Correntómetro Marca :	Hydrological Services		Caudal Total :	321.99 LT/S		
REGION:	LIMA				Modelo :	OSS - B1 09 - 14		Velocidad Media :	0.807 M/S		
PROVINCIA:	HUARAL				Hélice :	A - 09 - 14		Area :	0.399 M2		
DISTRITO:	AUCALLAMA				Contador Digital :	PVD 100		<b>Datos de Campo:</b>			
					Tiempo de Medición :	30 segundos		Fecha	25/04/2019		
					Sistema de Aforo :	Vadeo		Hora	8:45 AM		
					Operador :	Elvia Gaspar Romero		Sección de Canal	Trapezoidal		
								Tipo Canal	Revestido		
								Base Mayor (B)	1.20m		
								Ancho de Solera (b)	0.80 m		
								Tirante de Agua (y)	0.40 m		

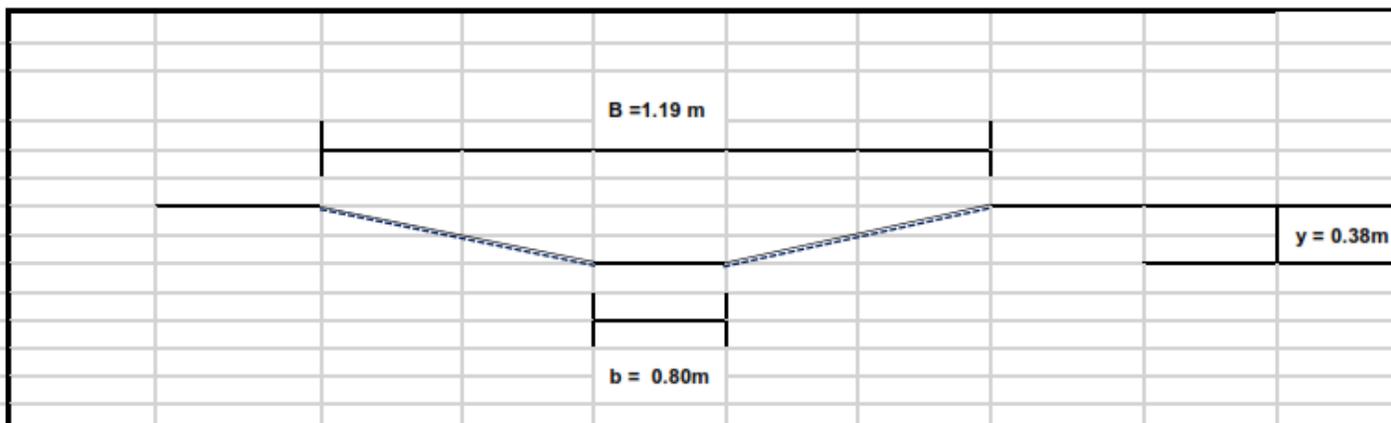
**MES DE MAYO**

**CALCULO DE CAUDALES UTILIZANDO EL CORRENTOMETRO**

SECCION DE AFORO

CANAL CAQUI

INGRESO



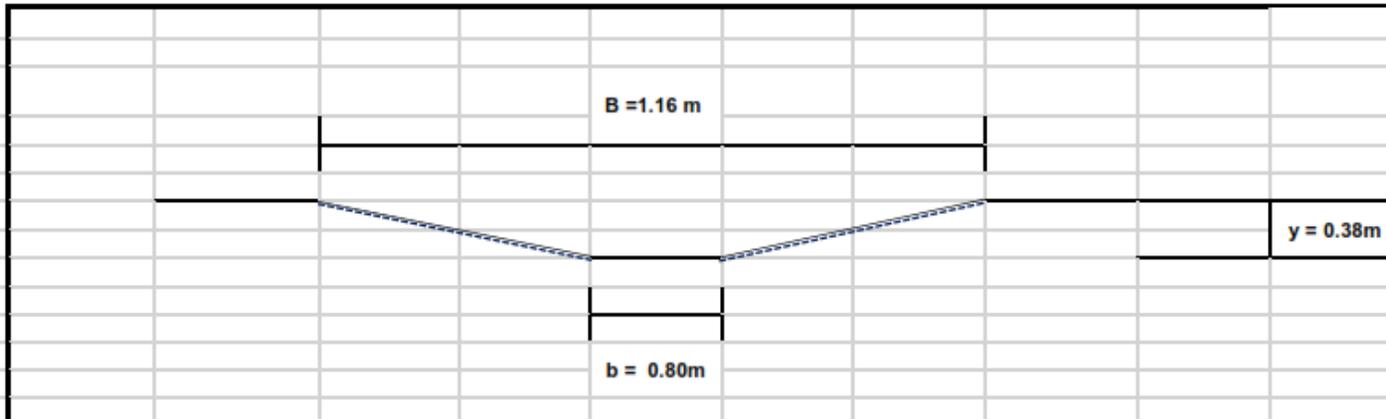
Profundidad de la Método (%)	Altura Sensor	Velocidades (m/s)			Velocidad Promedio (m/s)	Tiempo (seg)	Area Mojada (m <sup>2</sup> )			Area (m <sup>2</sup> )	Caudal Total (m <sup>3</sup> /s)
		Med 1	Med 2	Med 3			B	b	y		
0.40	0.15	0.957	0.943	0.946	0.9487	30	1.18	0.80	0.38	0.3762	0.3567
					<b>Datos Equipo de Aforo:</b>			<b>Datos de Aforos:</b>			
ESTACION:	CANAL CAQUI				Correntómetro Marca :	Hydrological Services			Caudal Total :	356.766 LT/S	
REGION:	LIMA				Modelo :	OSS - B1 09 - 14			Velocidad Media :	0.9491 M/S	
PROVINCIA:	HUARAL				Hélice :	A - 09 -14			Area :	0.3759 M2	
DISTRITO:	AUCALLAMA				Contador Digital :	PVD 100			<b>Datos de Campo:</b>		
					Tiempo de Medición :	30 segundos			Fecha	03/05/2019	
					Sistema de Aforo :	Vadeo			Hora	10:00 AM	
					Operador :	Elvia Gaspar Romero			Sección de Canal	Trapezoidal	
									Tipo Canal	Revestido	
									Base Mayor (B)	1.19 m	
									Ancho de Solera (b)	0.80 m	
									Tirante de Agua (y)	0.38 m	

**CALCULO DE CAUDALES UTILIZANDO EL CORRENTOMETRO**

SECCION DE AFORO

CANAL CAQUI

SALIDA



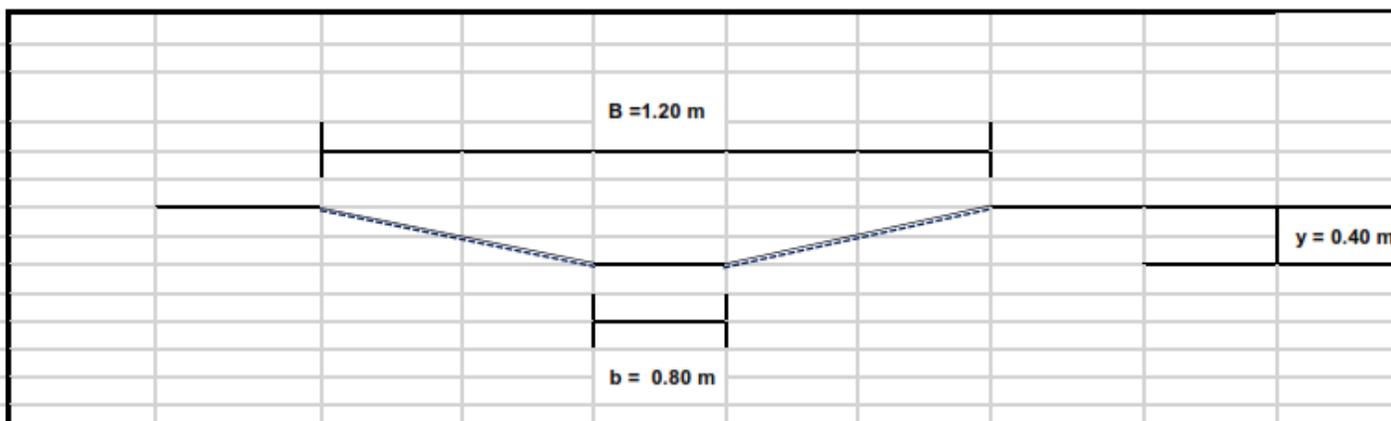
Profundidad de la		Velocidades (m/s)			Velocidad Promedio (m/s)	Tiempo (seg)	Area Mojada (m <sup>2</sup> )			Area (m <sup>2</sup> )	Caudal Total (m <sup>3</sup> /s)
Método (%)	Altura Sensor	Med 1	Med 2	Med 3			B	b	y		
0.40	0.16	0.937	0.921	0.918	0.9253	30	1.16	0.80	0.38	0.3724	0.3445
					<b>Datos Equipo de Aforo:</b>			<b>Datos de Aforos:</b>			
ESTACION:	CANAL CAQUI				Correntómetro Marca :	Hydrological Services		Caudal Total :	344.52 LT/S		
REGION:	LIMA				Modelo :	OSS - B1 09 - 14		Velocidad Media :	0.9254 M/S		
PROVINCIA:	HUARAL				Hélice :	A - 09 -14		Area :	0.3723 M2		
DISTRITO:	AUCALLAMA				Contador Digital :	PVD 100		<b>Datos de Campo:</b>			
					Tiempo de Medición :	30 segundos		Fecha	03/05/2019		
					Sistema de Aforo :	Vadeo		Hora	10:15 AM		
					Operador :	Elvia Gaspar Romero		Sección de Canal	Trapezoidal		
								Tipo Canal	Revestido		
								Base Mayor (B)	1.16 m		
								Ancho de Solera (b)	0.80 m		
								Tirante de Agua (y)	0.38 m		

**CALCULO DE CAUDALES UTILIZANDO EL CORRENTOMETRO**

SECCION DE AFORO

CANAL CAQUI

INGRESO



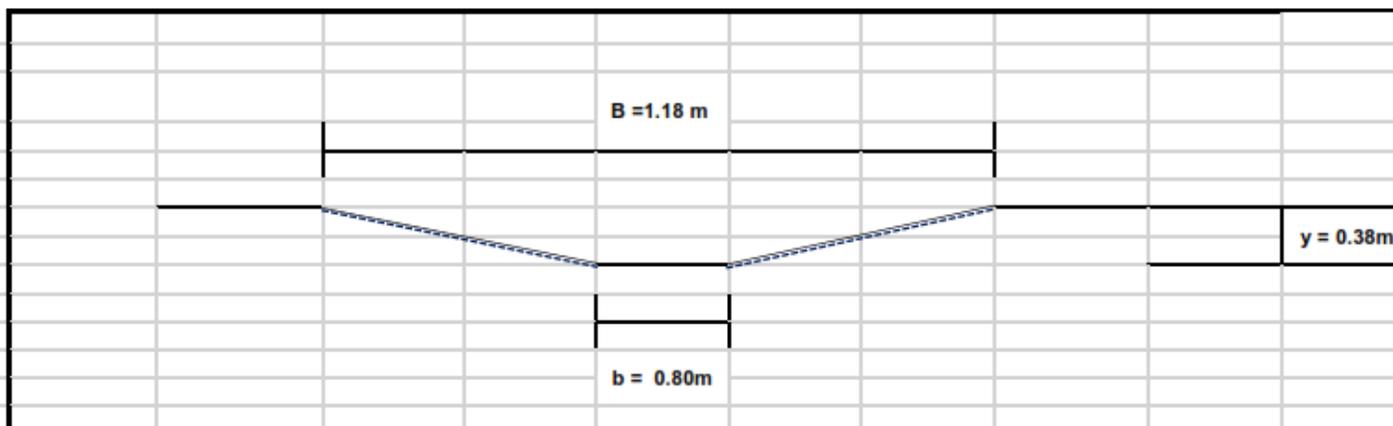
Método (%)	Profundidad de la Altura Sensor	Velocidades (m/s)			Velocidad Promedio (m/s)	Tiempo (seg)	Area Mojada (m²)			Area (m²)	Caudal Total (m³/s)
		Med 1	Med 2	Med 3			B	b	y		
0.40	0.13	0.841	0.842	0.742	0.8083	30	1.20	0.80	0.38	0.4000	<b>0.3231</b>
ESTACION:							Datos Equipo de Aforo:			Datos de Aforos:	
REGION:		CANAL CAQUI		Correntómetro Marca :		Hydrological Services		Caudal Total :		323.12 LT/S	
PROVINCIA:		LIMA		Modelo :		OSS - B1 09 - 14		Velocidad Media :		0.8078 M/S	
DISTRITO:		HUARAL		Hélice :		A - 09 -14		Area :		0.4000 M2	
		AUCALLAMA		Contador Digital :		PVD 100		Datos de Campo:			
				Tiempo de Medición :		30 segundos		Fecha		10/05/2019	
				Sistema de Aforo :		Vadeo		Hora		8:45 AM	
				Operador :		Elvia Gaspar Romero		Sección de Canal		Trapezoidal	
								Tipo Canal		Revestido	
								Base Mayor (B)		1.13 m	
								Ancho de Solera (b)		0.80 m	
								Tirante de Agua (y)		0.32 m	

**CALCULO DE CAUDALES UTILIZANDO EL CORRENTOMETRO**

SECCION DE AFORO

CANAL CAQUI

SALIDA



Profundidad de la Método (%)	Altura Sensor	Velocidades (m/s)			Velocidad Promedio (m/s)	Tiempo (seg)	Area Mojada (m²)			Area (m²)	Caudal Total (m³/s)
		Med 1	Med 2	Med 3			B	b	y		
0.40	0.12	0.841	0.812	0.821	0.8247	30	1.18	0.80	0.38	0.3762	0.3101
<b>Datos Equipo de Aforo:</b>							<b>Datos de Aforos:</b>				
ESTACION:	CANAL CAQUI	Correntómetro Marca :				Hydrological Services	Caudal Total :		310.13 LT/S		
REGION:	LIMA	Modelo :				OSS - B1 09 - 14	Velocidad Media :		0.8246 M/S		
PROVINCIA:	HUARAL	Hélice :				A - 09 - 14	Area :		0.3761 M2		
DISTRITO:	AUCALLAMA	Contador Digital :				PVD 100	<b>Datos de Campo:</b>				
		Tiempo de Medición :				30 segundos	Fecha	10/05/2019			
		Sistema de Aforo :				Vadeo	Hora	9:15 AM			
		Operador :				Elvia Gaspar Romero	Sección de Canal	Trapezoidal			
							Tipo Canal	Revestido			
							Base Mayor (B)	1.12 m			
							Ancho de Solera (b)	0.80 m			
							Tirante de Agua (y)	0.31 m			

# ANEXO 05: FICHA TECNICA DE LA GEOMEMBRANA HDPE



## GEOMEMBRANA HDPE 60 - 1.50 mm



FICHA TÉCNICA

### 1. GEOMEMBRANA

Plásticos Agrícolas y Geomembrana S.A.C. fabricante de Geomembrana de Polietileno de alta densidad, fabricado bajo estrictos controles de calidad, con 97.5% de resina virgen de HDPE con 2.5% de Negro de carbón como estabilizador a rayos ultravioleta, aditivos antioxidantes y estabilizadores térmicos, los cuales permiten garantizar dicho material por 5 años. Pueden fabricarse en anchos de 6.5 a 8.00 m y en espesores de 0.50, 0.75, 1.00, 1.50 y 2.00 mm.

### 2. APLICACIONES

- Revestimiento de canales.
- Revestimiento de techos, cimentaciones, cisternas, techos, pozas, embalses, presas, etc
- Barreras impermeables (horizontales y verticales).
- Pad y pond de lixiviación.
- Depósitos de relaves.
- Reservorios.
- Presas.
- Lagunas artificiales.

### 3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

PROPIEDADES RELEVANTES	NORMA	UND	VALOR	FRECUENCIA DE ENSAYO
Espesor Promedio	ASTM D 5199	mm	1.50	por rollo
Espesor Mínimo		mm	1.35	
Densidad (mínimo)	ASTM 1505 ASTM D 792	g/cc	0.94	90.000 kg
Resistencia a la Tracción (V.M. Mínimo) (1)		K N/m	40	9,000 kg
- Resistencia a la Rotura	ASTM D 6693 Tipo IV	K N/m	22	
- Resistencia en Fluencia		%	700	
- Elongación a la Rotura		%	12	
- Elongación a la Frecuencia		%	12	
Resistencia al Rasgado (V.M. Mínimo)	ASTM D 1004	N	191	20,000 kg
Resistencia al Punzonado (V.M. Mínimo)	ASTM D 4833	N	480	20,000 kg
Envejecimiento medio ambiental (SCR)	ASTM D 5397	hr	300	Por GRI GM-10
Contenido de negro de carbono	ASTM D 4218	%	2.0 - 3.0	9,000 kg
Dispersión de negro de carbono (2)	ASTM D 5596	-	Cat. 1 o 2	-
Tiempo Oxidación Inducida OIT Alta Presión (3)	ASTM D 5885	min.	> 400	por formulación
Envejecimiento al Horno a 85°C (% Min Ref de OIT a Alta Presión después de 90 días)	ASTM D 5721 ASTM D 5885	min.	> 80	por formulación
Resistencia al UV (% Min Ref de OIT a Alta Presión después de 1600 horas)	ASTM D 7238 ASTM G 154 ASTM D 5885	min.	> 50	por formulación
Rollo Ancho (4)	-	m	7.00	-
Rollo Largo	-	m	150	-
Rollo Área	-	m <sup>2</sup>	1050	-
Unidad de Venta	-	m <sup>2</sup>	-	-

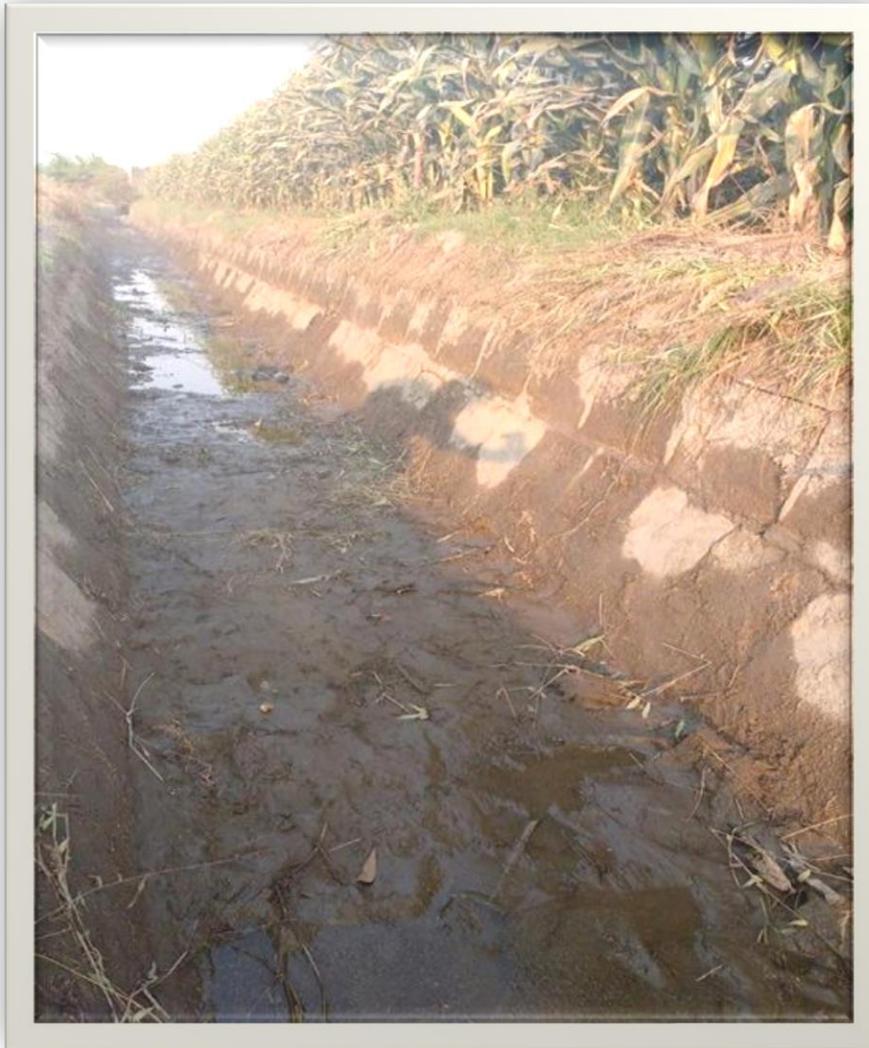
- (1) Dirección de máquina (DM) y dirección transversal a máquina (DTM) el valor medio de los resultados está en base a 5 ensayos en cada dirección.  
a) Elongación en el punto de fluencia está calculado con un espacio entre mordazas de 33 mm.  
b) Elongación en el punto de rotura está calculado con un espacio entre mordazas de 50 mm.
- (2) La dispersión de negro de carbono (sólo los aglomerados esféricos) mediante 10 observaciones al microscopio (9 en categoría 1 o 2 y 1 en categoría 3).
- (3) En fábricas hay la opción de seleccionar uno de los métodos de OIT mostrados en la Tabla para evaluar el contenido de antioxidante en la geomembrana.
- (4) En fábrica hay la opción de fabricar en ancho de 6.50 m hasta 8.00 m.

Av. Néstor Gambetta No. 6429 Callao - Perú  
Telf. : (51-1) 613-6666 Fax: (51-1) 577-0041  
infraestructura@prodac.com.pe  
[www.prodac.com.pe](http://www.prodac.com.pe)

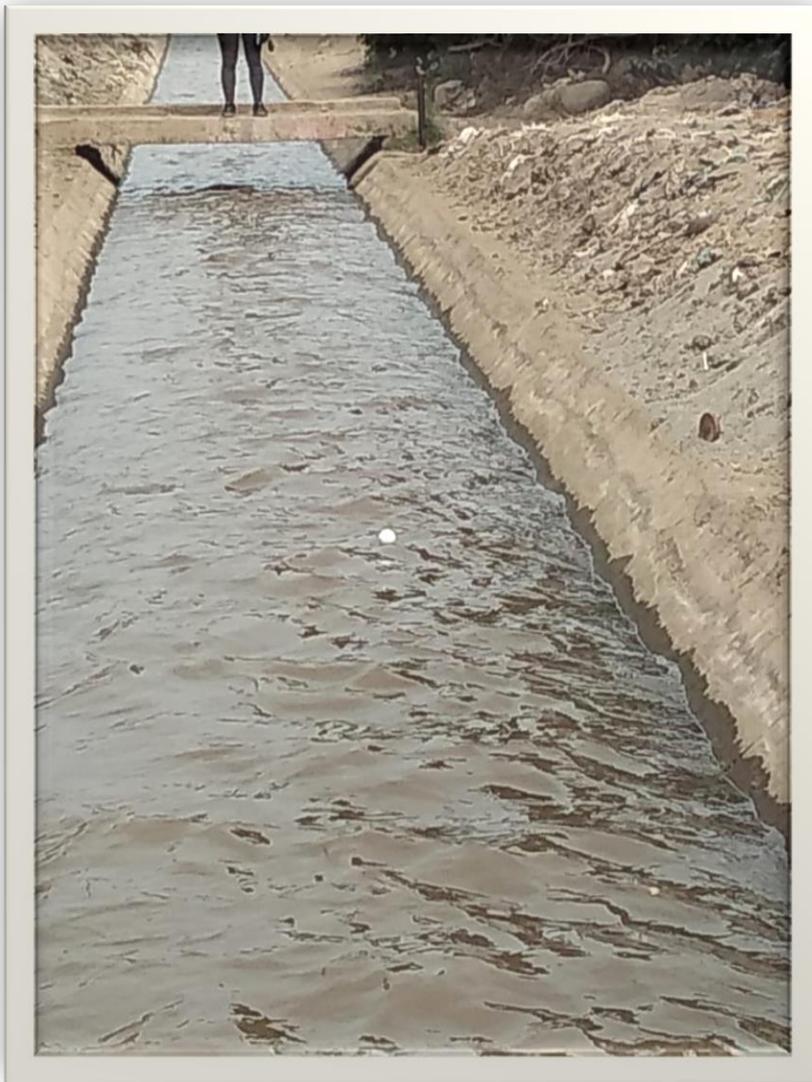
BEKAERT

better together

## ANEXO 06: PANEL FOTOGRAFICO



**Foto N° 01:** Vista del canal revestido, completamente desgastado y de sección trapezoidal.



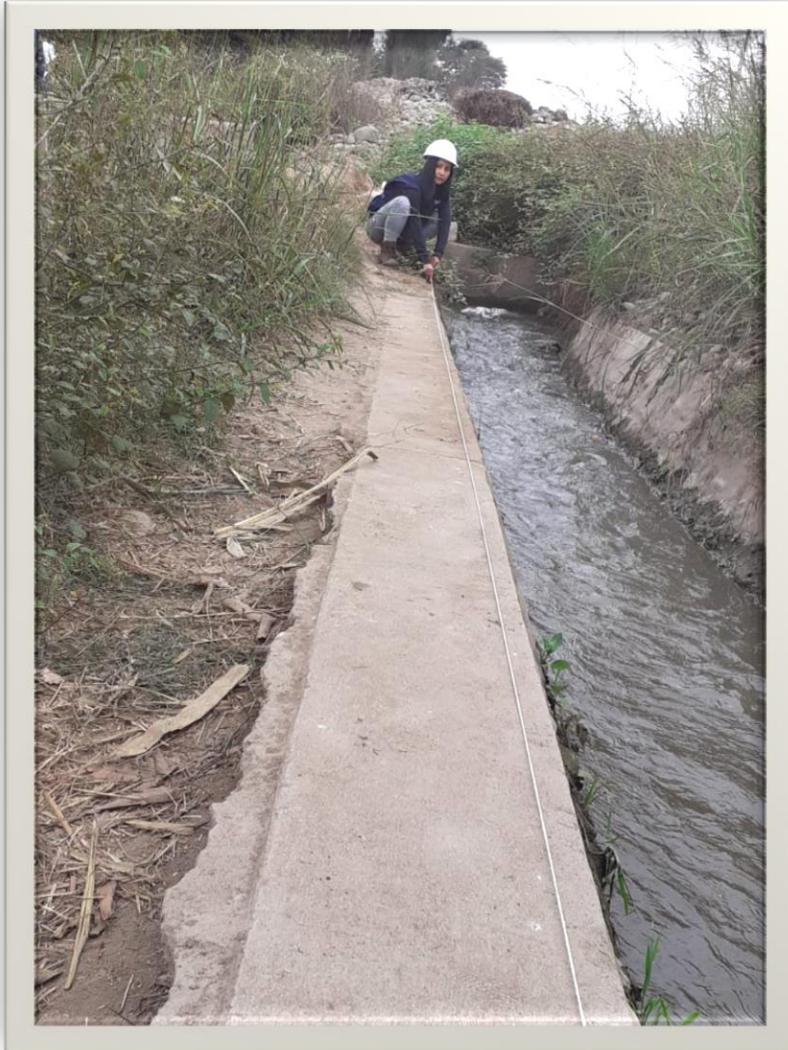
**Foto N° 02:**  
Ejecutando el lanzamiento del objeto flotante para posteriormente calcular el caudal de



**Foto N° 03:** Vista del seccionamiento del canal.



**Foto N° 04:**  
Ejecutando las  
mediciones de las  
alturas máximas del



**Foto N° 05:**  
Ejecutando las  
mediciones de la



**Foto N° 06:** Visita a la  
municipalidad del  
Distrito de Aucallama.

## ANEXO 07: COSTOS Y PRESUPUESTOS DEL CANAL CAQUI

### PRESUPUESTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN CANAL CON LONGITUD DE 1 KM. DE FORMA TRAPEZOIDAL CON CONCRETO SIMPLE

OBRA : CONSTRUCCION DE 1 KM DE CANAL DE FORMA TRAPEZOIDAL      FECHA:      jun-19  
 PROPIETARIO: GASPAR ROMERO, ELVIA      UBICACIÓN: Distrito de Aucallama  
 CONTRATISTA: JHQ. Ingeniería y Arquitectura      AREA GEOGRÁFICA: Canal Caqui

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	P. UNIT.	PARCIAL	IMPORT
<b>1.00</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>					
1.01	CASETA PARA MATRIALES	GB.	1.00	1000.00	1.00	
1.02	CERCO DE SEGURIDAD	GB.	1.00	2700.00	2,700.00	
1.03	TRAZO REPLANTEO DEL CANAL	GB.	1.00	3650.00	3,650.00	6,351.00
<b>2.00</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>					
2.01	EXCAVACION DEL CANAL	M3	2134.00	320.93	684,863.96	
2.02	ELIMINACION DE MATRIAL EXCEDENTE	M3	2134.00	53.17	113,465.67	798,329.6
<b>3.00</b>	<b>CONCRETO SIMPLE</b>					
3.01	CONCRETO FC= 175 KG/CM2	M3	414.00	299.50	123,991.28	
3.02	ENCOFRA. - DESENCOF.	M2	6129.40	37.64	230,713.86	354,705.1
<b>COSTO DIRECTO</b>						1,159,385
GASTOS GENERALES ( 12% )						173,907
UTILIDAD ( 10 % )						115,938
SUBTOTAL						1,449,232
IGV (18%)						260,861
<b>TOTAL</b>						<b>1,710,094</b>

**PRESUPUESTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN CANAL CON LONGITUD DE 1KM. DE FORMA TRAPEZOIDAL CON GEOMENBRANA HDPE**

OBRA : CONSTRUCCION DE 1 KM DE CANAL DE FORMA TRAPEZOIDAL

FECHA: jun-19

PROPIETARIO: GASPAR ROMERO, ELVIA

UBICACIÓN: Distrito de Aucallama

CONTRATISTA: JHQ. Ingenieria y Arquitectura

AREA GEOGRÁFICA: Canal de Riego

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	P. UNIT.	PARCIAL	IMPORTE
<b>1.00</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>					
1.01	CASETA PARA MATRIALES	GB.	1.00	1000.00	1.00	
1.02	CERCO DE SEGURIDAD	GB.	1.00	2700.00	2,700.00	
1.03	TRAZO REPLANTEO DEL CANAL	GB.	1.00	3650.00	3,650.00	6,350.00
<b>2.00</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>					
2.01	EXCAVACION DEL CANAL	M3	2134.00	320.93	684,863.96	
2.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	2134.00	53.17	113,465.67	798,329.63
<b>3.00</b>	<b>REVESTIMIENTO</b>					
3.01	GEOMENBRANA DE POLIETILENO HPDE	M2	414.00	98.45	40,758.30	40,758.30
<b>COSTO DIRECTO</b>						<b>8,197,138.23</b>
GASTOS GENERALES ( 12% )						983,656.59
UTILIDAD ( 10% )						819,713.82
SUBTOTAL						1,000,000.00
IGV (18%)						180,000.00
<b>TOTAL</b>						<b>1,180,000.00</b>



## ANEXO 08: ESTUDIO DE SUELOS

### INFORME ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS



**SOLICITA :**

GASPAR ROMERO, ELVIA MAIRUBI

**PROYECTO:**

"APLICACIÓN DE GEOMEMBRANAS PARA REDUCIR LAS PERDIDAS DE AGUA POR INFILTRACION EN EL CANAL DE RIEGO CAQUI, PROVINCIA DE HUARAL"

**UBICACIÓN**

DISTRITO : AUCALLAMA  
PROVINCIA : HUARAL  
DEPARTAMENTO : LIMA

CONSULTOR : ING. GUSTAVO AUGUSTO TABORY M.  
LABORATORIO : GEO IN SITU - INGENIEROS

LIMA  
MAYO 2019

  
GUSTAVO AUGUSTO TABORY MALPARTIDA  
INGENIERO CIVIL  
C.O.P. N° 52543



## LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

### 1. GENERALIDADES:

El proyecto denominado "Aplicación de geomembranas para reducir las pérdidas de agua por infiltración en el canal de riego Caquí, provincia de Huaral".

Distrito : Aucallama

Provincia : Huaral

Departamento : Lima

El terreno tiene superficie ligeramente ondulada y cuenta con la estructura de un canal existente en regulares condiciones.

### 2. ASPECTOS GEOLOGICOS

#### 2.1 Clima

El clima de la zona en estudio es templado.

Presentan temperatura que descienden hasta 15° y temperatura máxima de 30° C

#### 2.2 Aspecto sísmico

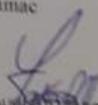
El territorio peruano, para un mejor estudio sísmico se ha dividido en zonas, las cuales presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor presencia de sismos. Según el mapa de zonificación sísmica del Perú y de acuerdo a las Normas Sismo Resistentes del Reglamento Nacional de Edificaciones E 0.0-2003, el área en estudio se encuentra ubicado en la zona 4 y un periodo de diseños de 0.9 seg., suelo flexible zona de alta sismicidad.

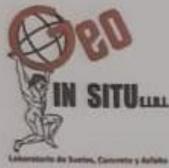
### 3. INVESTIGACION DE CAMPO

#### 3.1 Ubicación de las calicatas

Se hizo un reconocimiento de toda el área del terreno y se procedió a ubicar las calicatas convenientemente en zonas paralelas al canal existente, las cuales se excavaron a cielo abierto con profundidad

Dir. Pasaje Saturno N° 190 Urb. Ciudad y Campo - Distrito del Rimac  
Telefono: 995556005

  
GUSTAVO AUGUSTO TORIBORY MALPARTIDA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CP N° 52989



## LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

suficiente a fin de determinar el tipo de suelo de fundación donde se apoya el canal. El tipo de excavación nos ha permitido visualizar y analizar directamente los diferentes estratos encontrados, así como también sus principales características físicas y mecánicas (granulometría, color, humedad, plasticidad, compactación, etc.) Las calicatas C-1, C-2 y C-3 se hicieron hasta una profundidad de 1.50 m. y no se encontró el nivel freático.

### 3.2 Muestreo y Registros de Excavaciones

#### 3.2.1 Muestreo alterado

Se tomaron muestras alteradas de cada estrato de las calicatas efectuadas seleccionándose las muestras representativas para ser ensayadas en el laboratorio con fines de identificación y clasificación.

#### 3.2.2 Registro de Excavación

Se elaboró un registro de excavación, indicando las principales características de cada uno de los estratos encontrados, tales como humedad, compacidad, consistencia, N. F., densidad del suelo, etc.

### 3.3 Ensayos de Laboratorio

Los ensayos fueron realizados siguiendo las normas establecidas por la ASTM:

Análisis Granulometría por tamizado mecánico	ASTM D-422
Peso específico	ASTM D-854
Contenido de humedad	ASTM D-2216
Límites de líquido	ASTM D-423
Límites de plástico	ASTM D-424
Densidad in situ	ASTM D-1556
Corte Directo	ASTM D-3080

Dir. Pasaje Saturno N° 190 Urb. Ciudad y Campo - Distrito del Rimac  
Telefono: 995556005

  
GUSTAVO AUGUSTO LABORY MALPARTIDA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 32549



## LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

### 3.4 Clasificación de suelos

Las muestras ensayadas se han clasificado usando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

### 3.5 Perfil Estratigráfico

En base a los trabajos de campo y ensayos de laboratorio se deduce lo siguiente.

Presenta una capa superficial de material de relleno, con presencia de gravas, raíces y residuos plásticos, de espesor variable de 0.20 m. a 0.60 m., bajo el cual subyace hasta la profundidad de estudio, arenas mal graduadas con pocos finos y arena mal graduada limpia de finos, de mediana compactidad y de ligeramente húmedo a húmedo, con la presencia de botonería de T.M. 8°.

## 4. ANÁLISIS Y DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

### 4.1. Análisis de capacidad de carga:

Aplicamos la ecuación general de capacidad de terzaghy:

$$Q_{ult} = c * N_c * S_c + q_0 * N_q + 0.5 * B * \gamma * N_\gamma * S_\gamma$$

en donde:

$\phi$	:	Angulo de fricción
$S_c, S_\gamma$	:	Factores de forma
$N_c, N_q, N_\gamma$	:	Factores de carga
$Q_0$	:	Presión de sobrecarga ( $q_0 = D_f \gamma$ )
$D_f$	:	Profundidad de cimentación
$B$	:	Ancho de cimentación
$\gamma$	:	Peso unitario del suelo
$C$	:	Componente cohesiva del suelo

Dir. Pasaje Saturno N° 190 Urb. Ciudad y Campo - Distrito del Rimac  
Telefono: 995556005

  
GUSTAVO AUGUSTO TORANZO MALPARTIDA  
INGENIERO CIVIL  
RUC CIP N° 52548



## LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Presentándose para el tipo de suelo los siguientes datos:

Para cimientos corridos.

Sc	=	1.00
Sy	=	1.00
$\gamma$	=	1.700 Tn / m <sup>3</sup>
$\phi$	=	29.00 ° (De prueba de corte directo)
Nc	=	17.69
Nq	=	7.44
Ny	=	4.90
C	=	0.00 Tn / m <sup>2</sup>
B	=	0.80 m.
Df	=	1.50 m

Se considerará el siguiente valor de presión admisible para el diseño final de la cimentación de la estructura a ejecutar:

Aplicando la ecuación (1), se obtiene:

$$Q_{adm} = 0.721 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{Profundidad: 1.50 m})$$

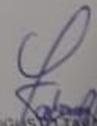
### 5. ANÁLISIS QUÍMICO

Del Análisis Químico efectuado con una muestra representativa de la Calicata C-2, se obtiene los siguientes resultados:

#### CUADRO DE ANALISIS QUIMICO

Calicata	Sulfatos
----------	----------

Dir. Pasaje Saturno N° 190 Urb. Ciudad y Campo - Distrito del Rimac  
Telefono: 995556005

  
GUSTAVO AUGUSTO TARDIRY MALPARTID  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 52549



PROYECTO: "Aplicación de geomembranas para reducir las pérdidas de agua por infiltración en el canal de riego Caqui, provincia de Huaral"

UBICACIÓN: Lima- prov. De Huaral- distrito de Aucallama

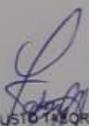
SOLICITANTE: GASPAR ROMERO ELVIA MAIRUBI

FECHA: Mayo del 2019

### PERFIL ESTRATIGRÁFICO

#### CALICATA C -1

PROFUNDIDAD	SIMBOLO	SUCS	DESCRIPCION DEL ESTRATO	MUESTRA OBTENIDA	OBSERVACIONES
0.00 - 0.60 m		R	Material de relleno de color beige oscuro, de compacidad semi compacto con presencia de grava aisladas residuos plasticos	M-1	No hay presencia de material Organico. estado ligeramnete humedo
0.60-1.50		SP-SM	En este estrato esta constituido por arena mal graduada con limo, de color beige de compacidad semi compacto con presencia de boloneria de tam. Max de 8" y en estado ligeramente humedo.	M-2	

  
 GUSTAVO AUGUSTO TABOR MALPARTIDA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 52549

Dir. Pasaje Saturno N° 190 Urb. Ciudad y Campo - Distrito del Rimac  
 Telefono: 995556005

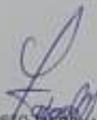


**PROYECTO:** "Aplicación de geomembranas para reducir las pérdidas de agua por infiltración en el canal de riego Caqui, provincia de Huaral"  
**UBICACIÓN:** Lima- prov. De Huaral-districto de Aucallama  
**SOLICITANTE:** GASPAR ROMERO ELVIA MAIRUBI  
**FECHA:** Mayo del 2019

### PERFIL ESTRATIGRÁFICO

#### CALICATA C -2

PROFUNDIDAD	SIMBOLO	SUCS	DESCRIPCION DEL ESTRATO	MUESTRA OBTENIDA	OBSERVACIONES
0.00 - 0.20 m		R	Materia de relleno de color beige oscuro, de compactidad semi compacto con presencia de grava aisladas residuos plasticos	M-1	presencia de pajillas raices y en estado ligeramente humedo
0.20-1.50		SP-SM	En este estrato esta constituido por arena mal graduada con limo, de color beige de compactidad semi compacto y en estado ligeramente humedo.	M-2	

  
 GUSTAVO AUGUSTO TABOADA MALPARTIDA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 52549

Dir. Pasaje Saturno N° 190 Urb. Ciudad y Campo - Distrito del Rimac  
 Telefono: 995556005



PROYECTO: "Aplicación de geomembranas para reducir las pérdidas de agua por infiltración en el canal de riego Caqui, provincia de Huaral"

UBICACIÓN: Lima- prov. De Huaral-districto de Aucallama

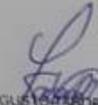
SOLICITANTE: GASPAS ROMERO ELVIA MAIRUBI

FECHA: Mayo del 2019

### PERFIL ESTRATIGRÁFICO

#### CALICATA C -3

PROFUNDIDAD	SIMBOLO	SUCS	DESCRIPCION DEL ESTRATO	MUESTRA OBTENIDA	OBSERVACIONES
0.00 - 0.50 m		R	Material de relleno de color beige oscuro, de compactación semi compacto con presencia de grava aisladas residuos plásticos	M-1	presencia de pajillas raíces y en estado ligeramente húmedo
0.50-1.50		SP	En este estrato está constituido por arena mal graduada, de color beige claro de compactación semi compacto y en estado ligeramente húmedo.	M-2	

  
 GUSTAVO AUGUSTO SABIDO MALPARTIDA  
 INGENIERO CIVIL  
 R.C.P. N° 52549

Dir. Pasaje Saturno N° 190 Urb. Ciudad y Campo - Distrito del Rimac  
 Telefono: 995556005



**PROYECTO:** "Aplicación de geomembranas para reducir las pérdidas de agua por infiltración en el canal de riego Caqui, provincia de Huaral"  
**UBICACIÓN:** Lima- prov. De Huaral- distrito de Aucallama  
**SOLICITANTE:** GASPAR ROMERO ELVIA MAIRUBI  
**FECHA:** Mayo del 2019

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**ENSAYOS ESTANDAR  
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM-D422**

**Calicata** : C-1  
**Muestra** : M-2  
**Prof.(m)** : 0.60-1.50

**PESO LAVADO Y SECO (gr) 595.2**

TAMICES ASTM	DIAMETROS mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	94.39
Nº 4	4.750	33.40	5.61	5.61	75.20
Nº 10	2.000	114.20	19.19	24.80	67.69
Nº 40	0.425	19.70	3.31	32.31	47.13
Nº 60	0.250	122.40	20.56	52.87	47.13
Nº 80	0.180	0.00	0.00	52.87	20.08
Nº 100	0.149	161.00	27.05	79.92	10.84
Nº 200	0.075	55.00	9.24	89.16	0.00
< Nº 200		64.50	10.84	100.00	
<b>PESO INICIAL</b>		<b>595.20</b>	<b>100.00</b>		

LIMITE LIQUIDO (%) ASTM D4318	NP
LIMITE PLASTICO (%) ASTM D4318	NP
CLASIFICACION DE SUELO SUCS	SP-SM
CONTENIDO DE HUMEDAD (%) ASTM D2216	3.88

  
 GUSTAVO AUGUSTO TABORY MALPARTIDA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 52549

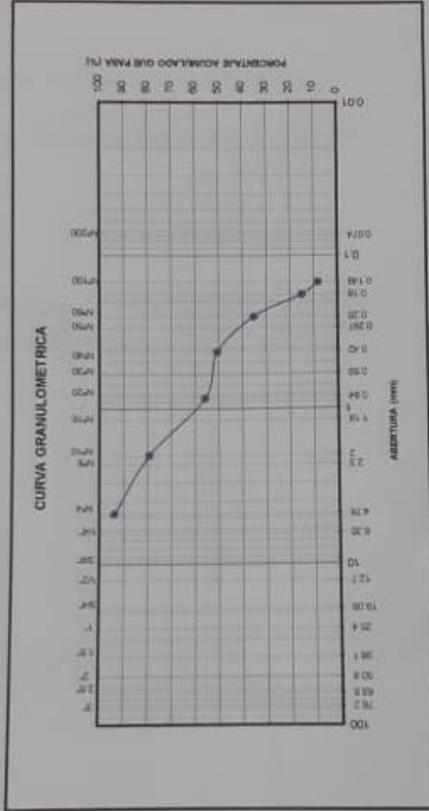
Dir. Pasaje Saturno N° 190 Urb. Ciudad y Campo - Distrito del Rimac  
 Telefono: 995556005



**PROYECTO:** "Aplicación de geomembranas para reducir las pérdidas de agua por infiltración en el canal de riego Caqui, provincia de Huaral"  
**UBICACIÓN:** Lima- prov. De Huaral-districto de Aucallama  
**SOLICITANTE:** GASPAR ROMERO ELVIA MARUBI  
**FECHA:** Mayo del 2019

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
 ASTM - D422

Calicata	C-1
Muestra	M-2
Profundidad (m)	0.60-1.5
Tamiz	Abertura (mm)
	(%) acumulado que pasa
3"	75.000
2"	50.000
1 1/2"	37.500
1"	25.000
3/4"	19.000
1/2"	12.500
3/8"	9.500
N°4	4.750
N°10	2.000
N°20	0.850
N°40	0.425
N°60	0.250
N°100	0.180
N°200	0.149



GUSTAVO ALONSO...  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. Copia N° 52548

Dir. Pasaje Saturno N° 190 Urb. Ciudad y Campo - Distrito del Rimac  
 Teléfono: 995596008



**PROYECTO:** "Aplicación de geomembranas para reducir las pérdidas de agua por infiltración en el canal de riego Caqui, provincia de Huaral"  
**UBICACIÓN:** Lima- prov. De Huaral-districto de Aucallama  
**SOLICITANTE:** GASPAR ROMERO ELVIA MAIRUBI  
**FECHA:** Mayo del 2019

### RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

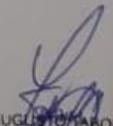
#### ENSAYOS ESTANDAR ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D422

**Calicata** : C-2  
**Muestra** : M-2  
**Prof.(m)** : 0.20-1.50

PESO LAVADO Y SECO (gr) 590

TAMICES ASTM	DIAMETROS mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 40	0.425	45.00	7.63	11.86	88.14
Nº 60	0.250	186.70	31.64	43.51	56.49
Nº 80	0.180	0.00	0.00	43.51	56.49
Nº 100	0.149	251.30	42.59	86.10	13.90
Nº 200	0.075	45.90	7.78	93.88	6.12
<Nº 200		36.10	6.12	100.00	0.00
PESO INICIAL		590.00	100.00		

LIMITE LIQUIDO (%) ASTM D4318	NP
LIMITE PLASTICO (%) ASTM D4318	NP
CLASIFICACION DE SUELO SUCS	SP-SM
CONTENIDO DE HUMEDAD (%) ASTM D2216	4.25

  
 GUSTAVO AUGUSTO TABORY MALPARTIDA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 52549

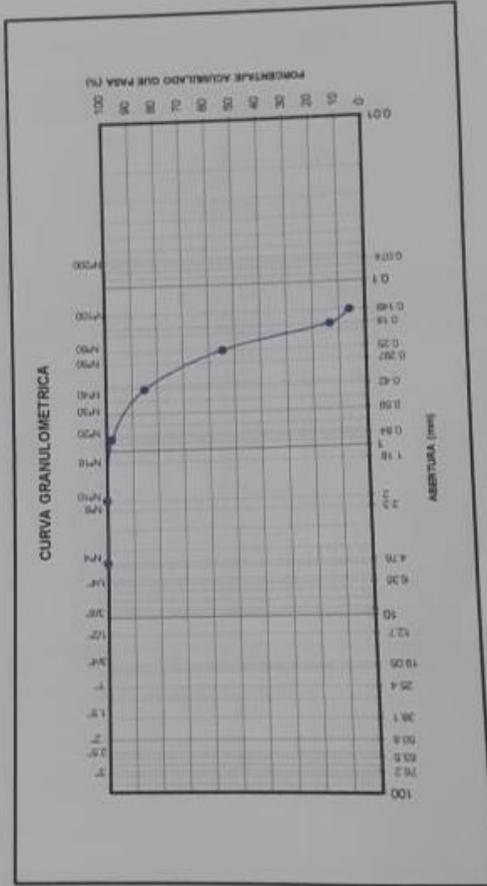
Dir. Pasaje Saturno N° 190 Urb. Ciudad y Campo - Distrito del Rimac  
 Telefono: 995556005



**PROYECTO:** "Aplicación de geomembranas para reducir las pérdidas de agua por infiltración en el canal de riego Caqui, provincia de Huaral"  
**UBICACIÓN:** Lima- prov. De Huaral-districto de Aucallama  
**SOLICITANTE:** GASPAR ROMERO ELVIA MAIRUBI  
**FECHA:** Mayo del 2019

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
**ASTM - D422**

Caliceta	C-2	
Muestra	M-2	
Profundidad (m)	0.20-1.5	
Tamiz	Abertura (mm)	
	(%)	
	acumulado que pasa	
3"	75.000	100.00
2"	50.000	100.00
1 1/2"	37.500	100.00
1"	25.000	100.00
3/4"	19.000	100.00
1/2"	12.500	100.00
3/8"	9.500	100.00
N°4	4.750	100.00
N°10	2.000	100.00
N°20	0.850	97.94
N°40	0.425	85.06
N°60	0.250	54.52
N°100	0.180	13.41
N°200	0.149	5.91



GUSTAVO AUGUSTO TORO MALPARTIDA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.P. N° 52543

Dir. Pasaje Saturno N° 190 Urb. Ciudad y Campo - Distrito del Rimac  
 Telefono: 995556005



**PROYECTO:** "Aplicación de geomembranas para reducir las pérdidas de agua por infiltración en el canal de riego Caqui, provincia de Huaral"  
**UBICACIÓN:** Lima- prov. De Huaral-districto de Aucallama  
**SOLICITANTE:** GASPAR ROMERO ELVIA MAIRUBI  
**FECHA:** Mayo del 2019

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**ENSAYOS ESTANDAR**  
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM-D422**

**Calicata** : C-3  
**Muestra** : M-2  
**Prof.(m)** : 0.50-1.50

**PESO LAVADO Y SECO (gr) 575.5**

TAMICES ASTM	DIAMETROS mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 40	0.425	18.00	3.13	7.47	92.53
Nº 60	0.250	176.90	30.74	38.21	61.79
Nº 80	0.180	0.00	0.00	38.21	61.79
Nº 100	0.149	266.80	46.36	84.57	15.43
Nº 200	0.075	61.60	10.70	95.27	4.73
<Nº 200		27.20	4.73	100.00	0.00
PESO INICIAL		575.50	100.00		

LIMITE LIQUIDO (%)	NP
ASTM D4318	
LIMITE PLASTICO (%)	NP
ASTM D4318	
CLASIFICACION DE SUELO	
SUCS	SP
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	
ASTM D2216	5.22

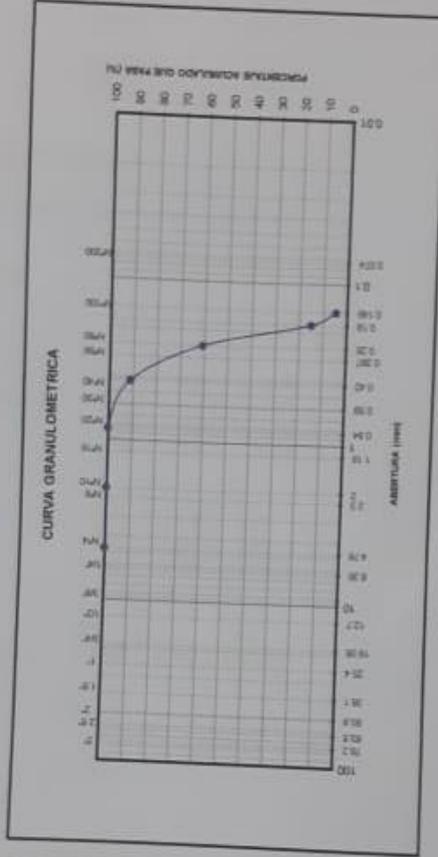
  
 GUSTAVO ADOLFO TABORY MALPARTIDA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 52549



**PROYECTO:** "Aplicación de geomembranas para reducir las pérdidas de agua por infiltración en el canal de riego Caguí, provincia de Huaral"  
**UBICACIÓN:** Lima- prov. De Huaral- distrito de Aucallabana  
**SOLICITANTE:** GASPAR ROMERO ELVA MARRUBI  
**FECHA:** Mayo del 2019

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
 ASTM - D422

Categoría		C-3
Muestra		M-2
Profundidad (m)		0.50-1.5
Tamiz	Abertura (mm)	(%) acumulado que pasa
3"	75.000	100.00
2"	50.000	100.00
1.1/2"	37.500	100.00
1"	25.000	100.00
3/4"	19.000	100.00
1/2"	12.500	100.00
3/8"	9.500	100.00
Nº 4	4.750	100.00
Nº 10	2.000	100.00
Nº 20	0.850	100.00
Nº 40	0.425	91.15
Nº 60	0.250	60.67
Nº 100	0.150	15.30
Nº 200	0.140	4.66



Dir. Pasaje Setumo N° 190 Urb. Ciudad y Campo - Distrito del Rimac  
 Telefono: 98886008

GUSTAVO ALBERTO LABORATORY MALPARTIDA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.P. N° 52548



**PROYECTO:** "Aplicación de geomembranas para reducir las pérdidas de agua por infiltración en el canal de riego Caquí, provincia de Huaral"  
**UBICACIÓN:** Lima- prov. De Huaral-districto de Aucallama  
**SOLICITANTE:** GASPAR ROMERO ELVIA MAIRUBI  
**FECHA:** Mayo del 2019

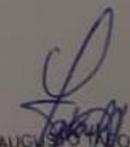
**ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM 3080**

**ESTADO :** Remoldeado (Material menor a tamiz N° 04)  
**Calicata :** C-1  
**Muestra :** M-2  
**Prof.(m) :** 0.60-2.50

Especimen N°	I	II	III
Diámetro del anillo (mm)	6.36	6.36	6.36
Densidad húmeda inicial (gr/cm <sup>3</sup> )	1.79	1.79	1.79
Densidad seca inicial (gr/cm <sup>3</sup> )	1.76	1.76	1.76
Cont. de humedad inicial (%)	1.60	1.60	1.60
Densidad húmeda final (gr/cm <sup>3</sup> )	2.128	2.132	2.143
Densidad seca final (gr/cm <sup>3</sup> )	1.797	1.814	1.839
Cont. De humedad final (%)	18.40	17.50	16.50
Esfuerzo normal (kg/cm <sup>3</sup> )	0.5	1.0	1.5
Esfuerzo de corte maximo (kg/cm <sup>3</sup> )	0.2842	0.5536	0.8381

**Cohesión (c):** 0 kg/cm<sup>2</sup>  
**Ang. Fricción (φ):** 29 °

Muestra remitida e identificada por el solicitante  
 Revisado por : ING. GUSTAVO A. TABORY MALPARTIDA

  
 GUSTAVO AUGUSTO TABORY MALPARTIDA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 52549



PROYECTO: "Aplicación de geomembranas para reducir las pérdidas de agua por infiltración en el canal de riego Cepepi, provincia de Huara"

UBICACIÓN: Lima - prov. De Huaral - distrito de Aucallama

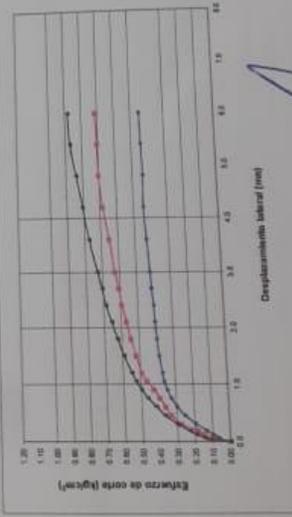
SOLICITANTE: GASPARI ROMERO ELVIA MAJIBUNI

FECHA: Mayo del 2019

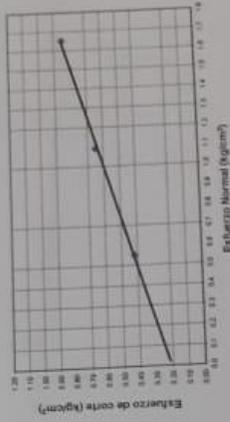
### ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

ESTADO : Remoldeado (Material menor a tamiz N° 04)  
CALICATA : C-1  
MUESTRA : M-2  
Prof.(m) : 0.60-2.50

DEFORMACION TANGENCIAL vs ESFUERZO DE CORTE



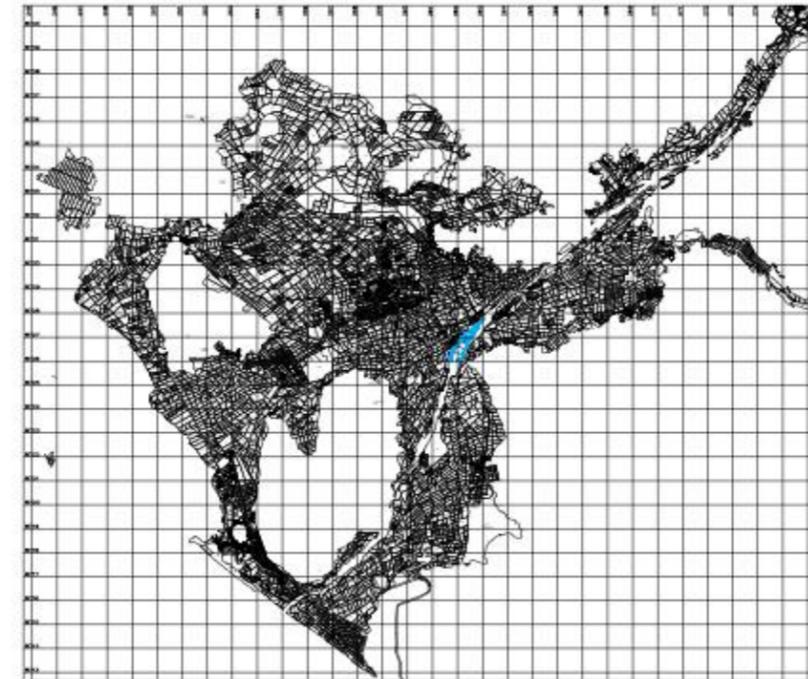
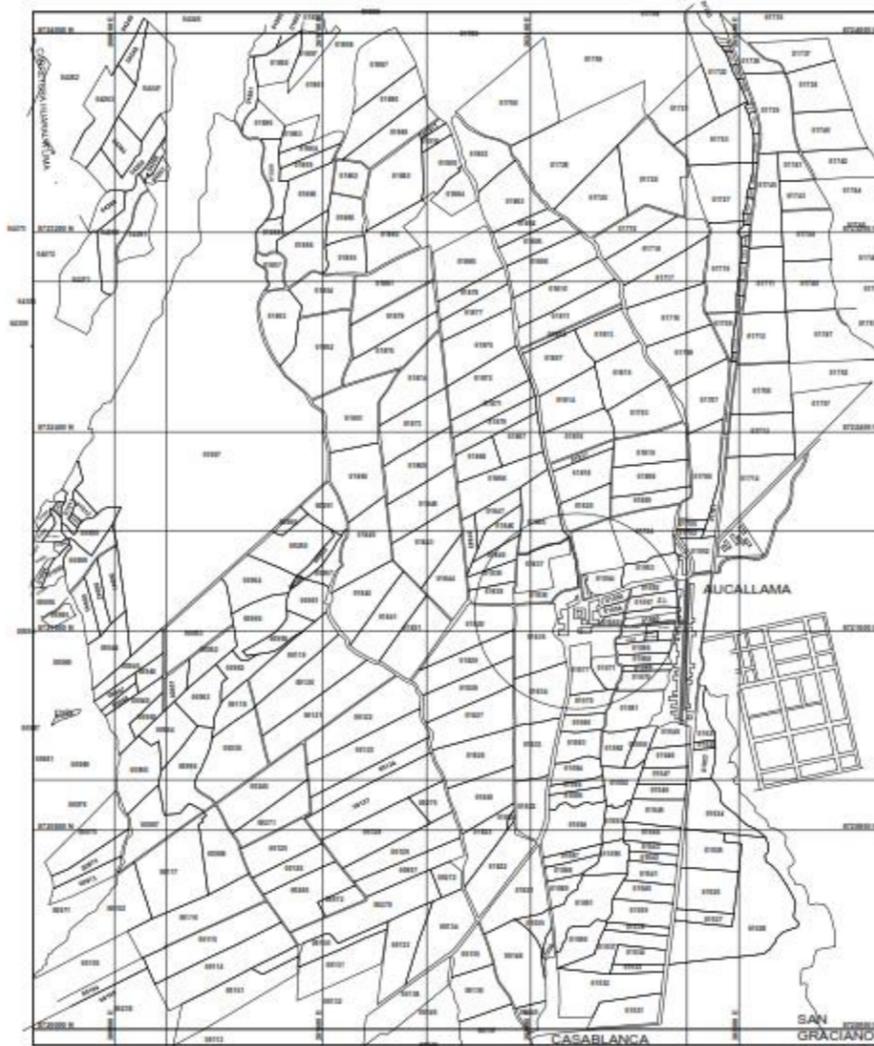
ESFUERZO NORMAL vs ESFUERZO DE CORTE



Resultados:  
Cohesión (c) 0.00 kg/cm<sup>2</sup>  
Ang. Fricción (φ) 29.0 °

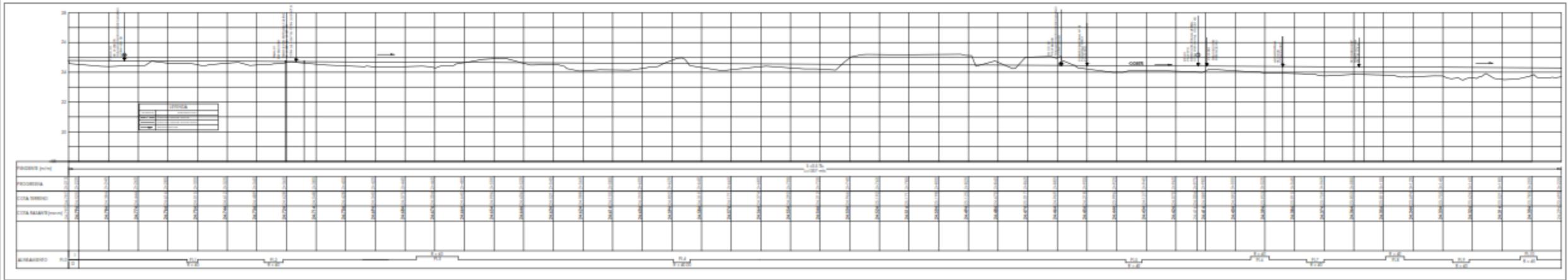
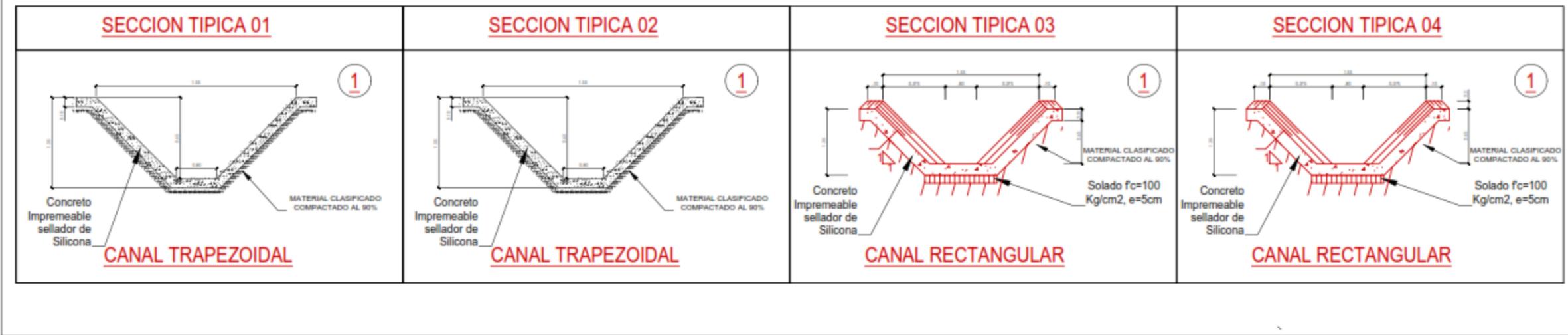
GUSTAVO ALVAREZ GABRY MALPARTIDA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 52549

## ANEXO 09: PLANOS



**PLANO DE UBICACION**

UPLA (UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES)						
NOMBRE:		ELVIA MAIRUBI GASPAS ROMERO				
PLANOS:		LOCALIZACION y UBICACION <b>LU-01</b>				
TESIS: "APLICACION DE GEOMEMBRANAS PARA REDUCIR LAS PERDIDAS DE AGUA POR INFILTRACION EN EL CANAL DE RIEGO DE CAQUI"						
Escala:	Fecha:	Departamento:	Provincia:	Ciudad:	CODIGO:	
	MAYO 2010	LIMA	PIAZAL	AUCALLAMA	LIMBA	
Topografía:	Dibujo:	Diseño:	Revisión:	Aprobación:		



PERFIL LONGITUDINAL

EPLA (UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES)			
NOMBRE: DUYA MARCO CASAP BOMBIO			
PLANO: PERFILES Y SECCIONES, CANAL CAQUI			
OBJETIVO: APLICACION DE GEOTECNICAS PARA REDUCIR LA PERDIDA DE AGUA POR INFILTRACION EN EL CANAL DE RESERVA CAQUI			
FECHA:	NOV 2023	LUGAR:	PERU
PROYECTO:	...	ESCALA:	...



## ANEXO 10: VALIDACION DE INSTRUMENTOS

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

### I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombre del Experto: Ing. Paredes Leon Jussy Fernando  
 1.2 Cargo o Institución que labora: Asesor Temático UPLA Filial- Lima  
 1.3 Nombre del Instrumento: Fichas De Recolección de datos con el Correntómetro para medir el Caudal de diseño del canal de riego de Coqui  
 1.4 Autor (a) del Instrumento: Gaspax Romero Elvia Mairubi  
 1.5 Título del Proyecto: Aplicación de Geomembranas para reducir las pérdidas de agua por infiltración en el Canal de riego Coqui, Provincia de Huancavelica

### VALIDACION DE INSTRUMENTO

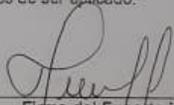
INDICADORES	CRITERIOS	Inadecuado 00 - 25%	Poco Adecuado o 26 - 50%	Adecuado 51- 75%	Muy adecuado 76 - 100%
1. Claridad	Esta formulado con un lenguaje adecuado				X
2. Objetividad	Esta expresado de acuerdo a la hipótesis formulada				X
3. Actualidad	Adecuado el avance de la ciencia y la tecnología				X
4. Organización	Existe una organización lógica				X
5. Suficiencia	Comprende aspectos en cantidad y calidad				X
6. Intencionalidad	Esta de acuerdo para validar las variables de la hipótesis				X
7. Consistencia	Está basado en aspectos técnicos y/o científicos				X
8. Coherencia	Existe coherencia entre variables, dimensiones e indicadores				X
9. Metodología	La estrategia responde al propósito de la hipótesis				X
10. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación				X

II. PROMEDIO DE VALORACION: 100 %

### III. OPINION DE APLICABILIDAD:

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.  
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lima, 17 de Julio del 2019

  
Firma del Experto informante

DNI: 7101026 Telf: N° 99812311

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: Apelinar Saldaña Ponte
- 1.2 Cargo o Institución que labora: Asesor Metodológico UPLA filial Lima
- 1.3 Nombre del Instrumento: Fichas de Recolección de datos con el correntómetro para medir el caudal de diseño del canal de Riego de Caqui
- 1.4 Autor (a) del Instrumento: Gaspar Romero Elvira Mairubi
- 1.5 Título del Proyecto: "Aplicación de geomembranas para reducir las pérdidas de agua por Infiltración en el canal de riego Caqui, Provincia de Huaral"

VALIDACION DE INSTRUMENTO

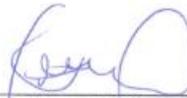
INDICADORES	CRITERIOS	Inadecuado 00 - 25%	Poco Adecuado 26 - 50%	Adecuado 51- 75%	Muy adecuado 76 - 100%
1. Claridad	Esta formulado con un lenguaje adecuado				X
2. Objetividad	Esta expresado de acuerdo a la hipótesis formulada				X
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología				X
4. Organización	Existe una organización lógica				X
5. Suficiencia	Comprende aspectos en cantidad y calidad				X
6. Intencionalidad	Esta de acuerdo para validar las variables de la hipótesis				X
7. Consistencia	Está basado en aspectos técnicos y/o científicos				X
8. Coherencia	Existe coherencia entre variables, dimensiones e indicadores				X
9. Metodología	La estrategia responde al propósito de la hipótesis				X
10. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación				X

II. PROMEDIO DE VALORACION: 100 %

III. OPINION DE APLICABILIDAD:

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.  
(.....) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lima, 8 de Julio del 2019



Firma del Experto informante

DNI: 25492876 Telf: N° 944941829

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: Ing. Juan Carlos Zabalaga Camargo  
 1.2 Cargo o Institución que labora: Ingeniero Residente de Obra  
 1.3 Nombre del Instrumento: Fichas de Recolección de datos con el Corrontómetro para medir el caudal de diseño del canal de riego de Cagui  
 1.4 Autor (a) del Instrumento: Gaspar Romero Elvia Mairubi  
 1.5 Título del Proyecto: "Aplicación de Geomembranas para reducir los pérdidas de agua por infiltración en el Canal de riego Cagui, Provincia de Huaral"

VALIDACION DE INSTRUMENTO

INDICADORES	CRITERIOS	Inadecuado 00 - 25%	Poco Adecuado 26 - 50%	Adecuado 51 - 75%	Muy adecuado 76 - 100%
1. Claridad	Esta formulado con un lenguaje adecuado				X
2. Objetividad	Esta expresado de acuerdo a la hipótesis formulada				X
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología				X
4. Organización	Existe una organización lógica				X
5. Suficiencia	Comprende aspectos en cantidad y calidad				X
6. Intencionalidad	Esta de acuerdo para validar las variables de la hipótesis				X
7. Consistencia	Está basado en aspectos teóricos y/o científicos				X
8. Coherencia	Existe coherencia entre variables, dimensiones e indicadores				X
9. Metodología	La estrategia responde al propósito de la hipótesis				X
10. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación				X

II. PROMEDIO DE VALORACION: 100 %

III. OPINION DE APLICABILIDAD:

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.  
 (.....) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lima, 11 de Julio ..... del 2019

Juan Carlos Zabalaga Camargo

Firma del Experto informante

DNI: 09258742 Telf: N° 986253999