

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“CAUDAL DE CAPTACIÓN Y PRESIÓN DE SISTEMA DE  
RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA LOCALIDAD DE ROCCHAC –  
TAYACAJA – HUANCVELICA”**

**PRESENTADO POR:**

**Bach.** Cahuana Torres, Roberto Edwin

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:**  
Nuevas Tecnologías Y Procesos

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

**HUANCAYO - PERÚ**  
**2022**

**ASESOR:**  
**Mg. Alejandro B. García Ortiz.**

## **DEDICATORIA:**

“Al regalo más grande que Dios me dio, mis padres, las personas más importantes de mi vida los que me dieron todo su amor y la entrega que han tenido siempre para guiarme y nunca dejar de caer”.

## **AGRADECIMIENTO**

**A mis padres** “les agradezco por sus enseñanzas impartidas a lo largo de mi vida”.

**A mis hermanos** “por el incondicional apoyo brindándome sus consejos y palabras de aliento, fortaleza”.

**A todos** “mis amigos que confiaron en mí y que siempre me respaldaron para cumplir con mis metas”.

## CONSTANCIA 160

### DE SIMILITUD DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN POR EL SOFTWARE DE PREVENCIÓN DE PLAGIO TURNITIN

La Dirección de Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, hace constar por la presente, que el informe final de tesis titulado: “CAUDAL DE CAPTACIÓN Y PRESIÓN DE SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA LOCALIDAD DE ROCCHAC – TAYACAJA – HUANCAVELICA”

**Cuyo autor (a) (es)** : Roberto Edwin, Cahuana Torres.

**Facultad** : Ingeniería.

**Escuela Profesional** : Ingeniería Civil

**Asesor (a) (es)** : Roberto Edwin, Cahuana Torres.

Que, fue presentado con fecha 03.04.2023 y después de realizado el análisis correspondiente en el software de prevención de plagio Turnitin con fecha 05.04.2023; con la siguiente configuración de software de prevención de plagio Turnitin:

- Excluye bibliografía.
- Excluye citas.
- Excluye cadenas menores de a 20 palabras.
- Otro criterio (especificar)

Dicho documento presenta un porcentaje de similitud de 19%. En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°11 del Reglamento de uso de software de prevención de plagio, el cual indica que no se debe superar el 30%. Se declara, que el trabajo de investigación: si contiene un porcentaje aceptable de similitud. Observaciones: ninguna.

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presenta constancia.

Huancayo 05 de abril del 2023



Dr. Santiago Zevallos Salinas  
Director de la Unidad de Investigación

## HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

---

Dr. Rubén Dario Tapia Silguera

PRESIDENTE

---

Mg. Erika Genoveva Zúñiga Almonacid

JURADO

---

Mg. Wilmer Jhon Lujan Cárdenas

JURADO

---

Mg. Lourdes Graciela Poma Bernaola

JURADO

---

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza

SECRETARIO DOCENTE

# ÍNDICE

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS.....	v
ÍNDICE .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	xiv
CAPÍTULO I.....	16
PLANTEAMIENTO DE INVESTIGACIÓN .....	16
1.1. Planteamiento del problema .....	16
1.2. Formulación del problema .....	18
1.2.1. Problema general.....	18
1.2.2. Problemas específicos.....	18
1.3. Objetivos .....	19
1.3.1. Objetivo general.....	19
1.3.2. Objetivos específicos.....	19
1.4. Justificación .....	19
1.4.1. Social .....	19
1.4.2. Metodológica.....	20
CAPÍTULO II.....	21
MARCO TEÓRICO .....	21
2.1. Antecedentes.....	21
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	21
2.1.2. “Antecedentes nacionales” .....	24
2.2. Bases teóricas .....	27
2.2.1. Captación .....	27
2.2.2. Tipos de captaciones .....	28
2.2.3. Caudal .....	30
2.2.4. “Sistemas de riego tecnificado” .....	32
2.2.5. “Consideraciones para elegir el tipo de riego tecnificado” .....	37
2.2.6. “Sistema de riego” .....	43
2.3. “Definición de términos básicos” .....	61
2.4. “Hipótesis”.....	62
2.4.1. Hipótesis general.....	62

2.4.2. “Hipótesis específicas” .....	63
2.5. “Variables” .....	63
2.5.1. “Variable 1” .....	63
2.5.2. “Variable 2” .....	63
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>65</b>
<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>65</b>
3.1. “Método de investigación” .....	65
3.2. “Tipo de investigación” .....	65
3.3. “Nivel de investigación” .....	66
3.4. “Diseño de investigación” .....	66
3.5. “Población y muestra” .....	67
3.5.1. “Población” .....	67
3.5.2. “Muestra” .....	67
3.6. “Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos” .....	67
3.7. “Validación e instrumentos de recolección de datos” .....	68
3.8. “Procesamiento” .....	68
3.8.1. “Descripción del lugar de estudio” .....	68
3.8.2. “Caudal de captación” .....	70
3.8.3. “Presión” de “sistema de riego por aspersión” .....	73
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>74</b>
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>74</b>
4.1. “Presentación de resultados” .....	74
4.1.1. “Caudal de una captación” superficial “y la presión en un sistema de riego por aspersión en” la localidad de Rocchac, Tayacaja, “Huancavelica” .....	74
4.1.2. “Caudal de una captación” subterránea “y la presión en un sistema de riego por aspersión en” la localidad de Rocchac, Tayacaja, “Huancavelica” .....	75
4.2. “Prueba de hipótesis” .....	76
4.2.1. “Caudal de una captación” superficial “y la presión en un sistema de riego por aspersión en” la localidad de Rocchac, Tayacaja, “Huancavelica.” .....	76
<b>CAPÍTULO V</b> .....	<b>80</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	<b>80</b>
5.1. “Discusión de resultados” .....	80
5.1.1. “Caudal de una captación” superficial “y la presión en un sistema de riego por aspersión en” la localidad de Rocchac, Tayacaja, “Huancavelica.” .....	80

5.1.2. “Caudal de una captación” subterránea “y la presión en un sistema de riego por aspersión en” la localidad de Rocchac, Tayacaja, “Huancavelica.” .....	84
<b>CONCLUSIONES</b> .....	85
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	86
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	87
<b>“ANEXOS”</b> .....	92

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Eficiencia de riego según el método de riego.....	445
Tabla 2. Velocidad límite donde al agua deja de arrastrar sedimentos.....	476
Tabla 3. Diámetro de partículas según la altura de caída .....	5049
Tabla 4. Diámetro de partículas según el tipo de turbina .....	49
Tabla 5. Constante a según el diámetro .....	49
Tabla 6. Valores de la constante k.....	510
Tabla 7. Coeficiente K para desarenadores de baja velocidad .....	532
Tabla 8. Coeficiente K para desarenadores de alta velocidad .....	532
Tabla 9. Valores n según el tipo de material.....	609
Tabla 10. Taludes recomendados para el tipo de material.....	60
Tabla 11. Operacionalización de variables .....	644
Tabla 12. Mediciones en el canal de conducción .....	711
Tabla 13. Mediciones para el caudal de captación subterránea .....	722
Tabla 14. Presión de aspersores en las parcelas.....	733
Tabla 15. Presiones de aspersores – captación superficial .....	744
Tabla 16. Estadística de regresión – caudal superficial y presiones máximas	777
Tabla 17. Análisis de varianza – caudal superficial y presiones máximas .....	777
Tabla 18. Estadística de regresión – caudal superficial y presiones mínimas	788
Tabla 19. Análisis de varianza – caudal superficial y presiones mínimas .....	79
Tabla 20. Características del clima.....	102
Tabla 21. Datos de los cultivos .....	10303
Tabla 22. Datos de los cultivos .....	1033
Tabla 23. Características del terreno de cultivo.....	1033
Tabla 24. Lámina neta y bruta de riego .....	1044
Tabla 25. Requerimiento de riego – papa .....	1055
Tabla 26. Requerimiento de riego – haba .....	1066
Tabla 27. Requerimiento de riego – arveja.....	1077
Tabla 28. Requerimiento de riego – cebada.....	1088
Tabla 29. Requerimiento de riego – pastos cultivados.....	10909

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Captación natural.....	299
Figura 2. Tipos de secciones de captaciones artificiales.....	299
Figura 3. Captación subterránea .....	30
Figura 4. Riego por exudación.....	322
Figura 5. Riego con mangas.....	333
Figura 6. Riego por goteo .....	344
Figura 7. Riego por aspersión.....	355
Figura 8. Riego por microaspersión .....	355
Figura 9. Riego por multicompuertas.....	366
Figura 10. Riego por impulsos .....	377
Figura 11. Criterio de riego .....	388
Figura 12. Componentes de un sistema de riego por aspersión .....	399
Figura 13. Sistema móvil semifijo de riego por aspersión .....	40
Figura 14. Sistema móvil fijo de riego por aspersión.....	4040
Figura 15. Sistema ramales desplazables de riego por aspersión .....	411
Figura 16. Sistema de aspersores gigantes de riego por aspersión .....	411
Figura 17. Distribución de presiones.....	422
Figura 18. Comprobación de pérdidas de presión.....	422
Figura 19. Clases de desarenadores.....	466
Figura 20. Desarenador de lavado intermitente.....	477
Figura 21. Esquema del tanque desarenador.....	544
Figura 22. Secciones transversales frecuentes.....	588
Figura 23. Elementos geométricos de la sección transversal de un canal.....	588
Figura 24. Ubicación de la microcuenca Chalhuan .....	699
Figura 25. Ubicación de la captación.....	699
Figura 26. Sección del canal de conducción .....	70
Figura 27. Sección del canal de conducción .....	75
Figura 28. Caudal superficial y presiones máximas – parcelas, función lineal	76
Figura 29. Caudal superficial y presiones mínimas – parcelas, función polinómica .....	78

Figura 30. Precipitacion efectiva en la localidad de Rocchac ..... 102

## RESUMEN

“La presente investigación se formula como problema general” ¿Cómo determinar el “caudal de una captación y la presión” de un “sistema de riego por aspersión” en la localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica?, así mismo “el objetivo de la investigación” será. “Determinar el caudal de una captación y la presión de un sistema de riego por aspersión” en la “localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica, y la hipótesis general fue”: “La variación del caudal de una captación tiene una relación directa con la presión de un sistema de riego por aspersión en la localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica”.

“Por la naturaleza el procedimiento del análisis es científico”, de “tipo aplicada”, “nivel correlacional”, “referente a un diseño no experimental”. “El lugar estuvo compuesta por las parcelas de cultivo que cuentan con sistemas de riego por aspersión”. “En la localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica”. “El modelo estuvo delimitado por 2 parcelas de cultivo en la localidad de Rocchac”.

“Así mismo se ha concluido que haber un relato entre el caudal de captación y las presiones de sistema de riego por aspersión” en la “localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica”. “Puesto que se pudo probar que a mayor caudal en una captación se obtienen mayores resultados de presiones de los aspersores y que estos a la vez logran cubrir eficientemente el área de riego”.

**“Palabras clave”:** “captación superficial, caudal, riego por aspersión, presión de aspersores”. “Captación subterránea, parcelas”.

## ABSTRACT

“The present investigation is formulated as a general problem: How to determine the flow of a catchment and the pressure of a sprinkler irrigation system in the town of Rocchac, Tayacaja, Huancavelica? Likewise, the objective of the investigation will be. Determine the flow of a catchment and the pressure of a sprinkler irrigation system in the town of Rocchac, Tayacaja, Huancavelica, and the general hypothesis was”: “The variation of the flow of a catchment has a direct relationship with the pressure of a irrigation system. sprinkler irrigation in the town of Rocchac, Tayacaja, Huancavelica”.

“Due to the nature of the study, the research method is scientific, of an applied type, correlational level, belonging to a non-experimental design. The population was composed of the cultivation plots that have sprinkler irrigation systems in the town of Rocchac, Tayacaja, Huancavelica”. “The model was delimited by 2 cultivation plots in the town of Rocchac”.

“Likewise, it has been concluded that there is a relationship between the catchment flow and the pressures of the sprinkler irrigation system in the town of Rocchac, Tayacaja, Huancavelica”. “Since it was possible to prove that the higher the flow in a catchment, the higher pressure results of the sprinklers are obtained and that these, at the same time, manage to efficiently cover the irrigation”.

“Keywords: surface catchment, flow, sprinkler irrigation, sprinkler pressure, underground catchment, plots”.

## INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada **“CAUDAL DE CAPTACIÓN Y PRESIÓN DE SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN” LA LOCALIDAD DE ROCCHAC – TAYACAJA – “HUANCAVELICA”** “tiene como propósito determinar en base al caudal el manejo del agua de riego” ya que “la imposición tiene mayores cultivos para unir las noticias activas del mercado dando lugar a los procesos de generalización”. “ha tenido un importante desarrollo, esto por hacer un manejo adecuado del recurso agua”.

“En la localidad de Rocchac, Tayacaja ubicado en Huancavelica, tiene las características de ser un sector con alta producción de cultivo es por ello que existes variaciones en el caudal estos cambios se pueden crear una disminución en las presiones ocasionando bajas en la productividad y beneficios y rendimiento en los cultivos”. “El objetivo de la investigación fue determinar el “caudal de una captación y la presión de un sistema de riego por aspersión”.

“Para el progreso de la investigación, se procedió con el estudio de las mediciones de los caudales de una captación superficial y subterránea por el método del flotador y volumétrico respectivamente, de los cuales se pudo obtener los resultados de los caudales similares de 2.71 L/s para el caudal de una captación subterránea y 2 L/s de caudal de la captación subterránea que no llega a proveer a los terrenos de cultivo aguas debajo de la captación”. “Posteriormente se midió la presión máxima y mínima de los aspersores de dos parcelas de cultivo con áreas de 2 000 m<sup>2</sup> aproximadamente”. “Así mismo se realizó el diseño agronómico e hidráulico del sistema de riego por aspersión en las dos parcelas de cultivo”.

“El estudio para su principal conocimiento abarca de cinco cabildos, estudiado de entregar de la siguiente manera”:

**EL CAPÍTULO I.-** “Se detalla el problema de la investigación, el cual contiene el planteamiento del problema, formulación del problema, objetivos y justificación de la investigación”.

**EL CAPÍTULO II.-** “Se desarrollará el marco teórico de la investigación el cual contiene los antecedentes, marco conceptual, definición de términos, hipótesis y sistema de variables”.

**EL CAPÍTULO III.-** “Se detalla conjuntos de métodos el cual adjunta el método, tipo, nivel y diseño de la investigación, lugar y ejecución de la investigación, población y muestra, y el procedimiento de los datos de la investigación”.

**EL CAPÍTULO IV.-** “Se presentan los efectos el cual contiene la presentación de los resultados y la prueba de hipótesis respectivas”.

**EL CAPÍTULO V.-** “Se presenta la discusión de consecuencia”.

“Para finalizar se mostrará las conclusiones y recomendaciones”. “Así mismo se adjuntan los anexos y las evidencias fotográficas del desarrollo de la investigación”.

Bach. Cahuana Torres, Roberto Edwin.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Planteamiento del problema**

“En la localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica”, “El filtro cambia a un expediente corto”, es por ello que las áreas de cultivos son principales interesados en el líquido y así corresponden formar un uso más eficaz de “Los Recursos Hídricos”.

“En el Perú están sujetos a una tensión a un oficio de solicitud de humedad hacia las misceláneas obligaciones que obedecen de ella y en el reparto del líquido en cantidades en cada estación”. “Así mismo se vienen presentando alteraciones del clima, pero aún no tiene consecuencias severas”. “Pero en las zonas donde las aceleraciones son escasas se siente el cambio o básicamente la escasez del recurso hídrico”. “El campestre rustico trata de encontrar mejor cansancio de su rendimiento de la agrícola y pecuaria mediante la mejora del recurso agua y suelo,

a través de nuevos conocimientos de riego y así mejorar su calidad de vida en base a un planeamiento estratégico”.

“El sistema de riego permite abarcar extensas áreas, que va generando un crecimiento en la producción de ganancias y rendimientos, es entonces que en la modalidad de riego por aspersión se han posicionado como uno de los más eficientes y de más fácil uso en los lugares con cultivos”. “Así como un aprovechamiento eficiente del agua, utilizando la tecnología existente es por ello que al conocer la manera en la que se pueden ver afectados representa una importante investigación en el estudio de toda una red de conducción”.

“En el departamento de Huancavelica”, distritos de Tayacaja las variaciones climáticas son constantes, variaciones que condicionan “la presencia de las precipitaciones, traducidas en la escasez del recurso hídrico, en particular la localidad de Rocchac”. “Presenta el problema de la escasez del agua, situación que condiciona el desarrollo de múltiples actividades, como la actividad agrícola, las condiciones climáticas son adversas”. “Por motivo, el análisis aspira de ofrecer un método de irrigación por llovizna mediante de aguas subterráneas, para la localidad de Rocchac – Distrito de Tayacaja”.

(“CUAYLA, 2018”) teoría “Proposición del método de bombeo para aspersión”. Universidad San Agustín de Arequipa – Perú. “Propone el perfeccionamiento de la tecnología de la optimización rumbo a la irrigación por llovizna hacia el cultivo y confrontar los precios ganados al empleo del precio asegurados (cambio ejecutado) y inconstantes (sustento y trabajo), alcanzados a la distancia que ingrese a la atracción del líquido comercializando el líquido para la irrigación”. “Donde el trabajo es el método que pueda lograr una delineación que

pueda brindar la línea extra, con la resultante rebaja de los precios implicados a los comienzos de la voluntad apropiadas”.

“La investigación propone valorar la cantidad de una obtención y sus resultados en la tensión de un método de irrigación por aspersión en las parcelas de cultivo” en la “localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica”. “Para el cual es necesario investigar los registros de las variaciones de caudales máximos y mínimos de las captaciones, puesto que ayuda a saber de qué manera la población se vería afectada a lo largo de un período anual; más aún si las captaciones que se estudian tienen como finalidad abastecer a los cultivos en forma de sistemas de riego, la información recopilada permitirá brindar un conocimiento y preparación para escenarios futuros”. “Como también en la toma de decisiones para mejorar el sistema de riego de las parcelas de cultivo en la localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica”.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cómo determinar el caudal de una captación y la presión de un sistema de riego por aspersión en la localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a) ¿Cómo determinar el caudal de una captación superficial y la presión de un sistema de riego por aspersión en la localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica?

- b) ¿De qué manera interviene el caudal de una captación subterránea y la presión de un sistema de riego por aspersión en la localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica?

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

“Determinar el caudal de una captación y la presión en un sistema de riego por aspersión en la localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica”.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- a) “Determinar el caudal de una captación superficial y la presión en un sistema de riego por aspersión en la localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica”.
- b) “Determinar el caudal de una captación subterránea y la presión en un sistema de riego por aspersión en la localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica”.

### **1.4. Justificación**

#### **1.4.1. Social**

“Según Tello” (2016), “la justificación social tiene como trascendencia evaluar “la alteración de la cantidad de una obtención y la tensión de un método de irrigación por aspersión” en la “localidad de Rocchac”. “De este modo la sociedad se verá beneficiada con los análisis y resultados del proyecto”. “Con el fin de conocer el beneficio en las áreas de cultivo de este lugar y brindar mayor información a los pobladores acerca de cómo debemos mejorar esta situación para optimizar y perfeccionar el rendimiento del método de irrigación con el que cuentan los propietarios de las parcelas de cultivo”.

#### **1.4.2. Metodológica**

“Según Tello” (2016). “La justificación metodológica se desarrolla cuando existe una contribución para definir un concepto, variable o relación entre variables y se puede lograr mejoras para experimentar con estas”. “En la investigación se determinará la riqueza de una seducción y la influencia en un método de irrigación por llovizna en la localidad de Rocchac”. “Buscando conocer la cantidad de rendimiento a través de las mediciones de presión mínima y máxima establecidas”. “Por los caudales disponibles de acuerdo al tipo de captación”. “Por ello, la investigación servirá de guía para futuras investigaciones que permitan la mejora del poder del método de irrigación por vaporización”.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

(“SALAZAR, Y APUGLLÓN”. “2019”) Delineación y obra de manuales hacia un mejor método en irrigación por riego en la villa la alegría”. “San Pedro, Cantona Riotala”. “Para optar el título profesional de ingeniería industrial”. “Escuela superior Politécnica de Chimborazo”. “Facultad de Ingeniería. Riobamba – Ecuador”. “Cuyo objetivo fue diseñar e implementar”. Los componentes para un método de riego Tecnológico. “Se examinaron los otros invitaciones y rasgos de la Villa con el propósito de efectuar con los imparciales establecidos”. “En el contexto real se fijaron diversos elementos de un examen Ínsito, donde que se estableció la incorrección de trámite acuático fundando invitaciones de ejecución de manuales por lo cual nos valió de asiento hacia la sistematización del proyecto agropecuario del método de irrigación”. “Por ello, se ejecutó el aprendizaje en la población en donde se desplegó el plan, utilizando equipos didácticos, aledaños y materia prima

practicantes en la ejecución de métodos de irrigación, en modo que la ciudad logró encontrarse su diligencia y trabajo, se transformó una exploración detallista en el contorno agropecuario, esparciendo, asimismo culturas que alcancen emplear colectivamente y lograr un método de irrigación transformador y energético”. “Con la asistencia del programa de computador Cropwat 8.0 se desplegó la automatización de las escaseces acuáticas de las siembras, en pedestal a fichas y temperaturas y contextos climático del templo, en la marcha anterior a la automatización hidráulica. La irrigación, en adonde se manipuló experiencias que consintieron lograr las minúsculas degeneradas capitales a través del contorno hidráulico”, “En solución se edificó los compendios que completan el método de riego despreciable las medidas del proyecto con unas cantidades trasparente de 25,82 mm, con una razón de periodicidad de aspersion de 6 jornadas, la rutina de un aspersor”. “Se encomienda ofrecer sustento normal anticipado a cualquier el método de irrigación a través del lavado de destiladores en la represa, los destiladores en completo a que la apariencia de deterioros a través del aprendizaje”.

(“VELÁSQUEZ”, 2016), “Irrigación por goteo”. “Un método innovador para el cultivo uruguayo”, manifiesta lo siguiente: “La adaptación tecnológica de irrigación por secreción es conveniente al ejemplar la superficie, y es enormemente simultáneo con las experiencias rurales de trabajadores uruguayos”. “existe bien proyectado y operado, la irrigación por goteo ocupa diferentes restablecimientos revestimiento y diferentes metodologías de irrigación, a manera de expulsión de la escorrentía ligera, un horizonte firme en el agua de la superficie, con una entrada vigencia en la aclimatación de la humedad, resistencia en la diligencia de estiércoles, advierte el incremento de breñas y molestias de las floras, y alistarse

otros bienes”. “El método del chorreo logra ser buenamente constituidos en los métodos de sistematización, y con estas prácticas se manipulan de recursos injustos, y las coacciones se manipulan respectivamente”. “Los cortes y métodos de irrigación, se emplea en la lluvia únicamente en franjas definidas que es el agro, adonde se laboran las vegetaciones” (pp. 5 – 6).

(“RIVERA, 2015”), “El Propósito de un método de riego calculado, Bolivia – Bolivia”. Certifica: “Saliente de la técnica que florece el proyecto de un método de irrigación computarizado”, “monopolizando ensamble de los métodos de hidropónicas más y más novedosas”, “Muy buena la trascendencia; es plantear un modelo hacia 8 floras, se logra representar el dígito de tiempos privadas hacia lograr un horizonte productivo”. “Sucesos reglas que se aspira dibujar es un Medida Germinador, ya que contiene realizar la práctica Aerológica”; “es obligatorio referir ya con la plántula”. y el “Afino Productor de Celaje Alimenticia, el cual se monopoliza en las ambas reglas primeras hacia sustentar a la plántula y las floras proporcionalmente”. “La solución a la que se consigue con saliente propósito es que se alcanza hacer un método de irrigación hidropónico”; “computarizado con técnica no cara y de cómoda camino en Bolivia y posiblemente en Latinoamérica”, “esto forma a que los aparatos sugeridos en el proyecto, hacia lo segmento electrónica e conducción, son de cómoda ejecución y ventaja”. “En la novedad el agro persigue existiendo una de las importantes plazas de circunstancia hacia optimar sus técnicas”, “la ejecución de sistemáticas hidropónicas es una de las réplicas a estas plazas, incluido en la actualidad a horizontes oficiales se existe afirmando la ejecución de este ejemplar de planes”.

### **2.1.2. “Antecedentes nacionales”**

(“CANQUERI, 2019”). “Delineación del método de irrigación por riego computarizado e inspeccionado hacia el término de Hutaca senco”. “Para optar el título profesional de Ingeniero Electrónico”. “Universidad del Altiplano – Puno”. “Facultad de Ingeniería Mecánica. Puno – Perú”. “El medio hidrológico la sociedad de HUTACA SENCO en la zona de Juliaca”, “así que el líquido precisa y dificulta varios períodos hoy en día”. “El plan nace a la escasez de brillar las singularidades que se facilitan en la tierra y cubierta a la superficie cuando de una u otra representación no consta una buena inspección de irrigación en suelos de dificultosa senda, por tanto, se solicita de un apropiado y eficaz rutina”. “Existió el motivo que en este plan se alcanzó Trazar un método de irrigación por riego computarizado e inspeccionado, a través de un Inspector Natural Programable (PLC) hacia la irrigación del espacio obscuro, despojando en atención los tipos y medidas para el proyecto”; “el método y a su ciclo para optimizar las cogidas de servicios de utilización pesado así que el grano y hierbas”. “alcanzar las consecuencias y asumir un mayor capital se forma la rutina de sensores de cosecha de fichas como: Elevación, hacienda, electroválvulas asociarse nuevos los cuales recogen productos muy exactos para rápidamente ser resuelto y estudiados y con estas fichas crear la toma de medidas a través, del método de monitoreo y control SCAD”. “La remesa de fichas de los productos de etapa al método de control se creó por información técnica asociarse el PLCA S8 – 300 y el programa de computador de concentración “V 11, SIMATIC STEP 7”, representando asimismo en un cuadro de ventana del terminal PC en período existente a su estilo”. “Este plan siempre valdrá así que escrito explicativo hacia que las entidades públicas

convenientes logran dar marcha al progreso de las diligencias, el método que se desplegó y se consiguió lograr una reserva en la utilización del líquido entre nuevas ayudas”.

(“ROLANDO”, 2019), “Generación de energía fotovoltaica y su utilización en sistema de bombeo para riego tecnificado, aplicando la guía PMBOK”, para optar el grado de magister. “Universidad de Piura. Escuela de postgrado. Piura – Perú”. “El actual análisis fundamenta en mostrar la reproducción de carácter dieléctrica Fotovoltaica para el manejo en un plan de comba de hoyos profundos”. “En las consecuencias de provisión de líquido, disponibles hacia la localidad en utilización compasivo y hacia ampliar diligencias campesinas utilizando la irrigación técnica”. “En el ofrecimiento brota por la presencia de camino de comercialización de un arranque dieléctrica hacia las ciudades en franja pastorales, que existen formales en zona de selva áspero, a donde no están expresivos los torrente o principios colindantes”. “A someterse de la provisión del líquido de hoyos”. “Los hoyos artesanales poseen un bajío cercano de 25 a 90 mts con una decrepitud de 30 años”. “El ambiente da el lugar, se poseen planes de ejecución dieléctrica que contiene hoyos cilíndricos profundos, con Métodos de Bulto Foto volta, por objeto de oriente de un método más posible y optimo que se va a realizar en el breve término, proporcionando efecto a la realización financiera hacia la localidad”. “Proposición y bocetos que ha existido promovida por soporte de Colaboración Internacional y Gobierno local”. “El grupo de Halago Foto voltaico, se obtiene de optimizar la provisión de deducidos a las familias, que poseen restringido atajo a los hoyos, requiriendo primariamente hacia utilización compasivo”. “La finalidad es recurrir a su linaje para comenzar diligencias campesinas”. “Adentro de esta escena

de exposición, se plantea emplear la sistemática del Objetivo PMBOK". "Esta conformidad de modelos para la trayectoria, organización y las técnicas afines al período de existencia de un plan".

("BLAS, Y MARTELL", 2017), "El croquis del recurso hídrico es un método de irrigación técnico de secreción hacia la elaboración de obras vegetales en el espacio de Tamache, distrito de Larepa". "Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil". "Universidad Privada Antenor Orrego". Facultad de Ingeniería. "Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Trujillo – Perú". "Se ha ejecutado el análisis de irrigación a la acción agraria en el Espacio de Tamache; Distrito de Larepa, provincia de Tumbes". "Región Tumbes, está pasando una dificultad completa al bajo rendimiento de los frutos así que la deducción de la ciencia laborosa en irrigación y en la administración de la labranza". "El espacio de Tamache, es similar que la totalidad de los intervalles de la región de Tumbes, se identifica por apalear una irrigación no regularizado; la base de los riegos de conductos primordiales, conductos suplentes y adyacentes no existen recubiertos, escaseando el intervalle de construcción de acumulación (reservorio)". "Los cultivadores del lugar de Tamache; se ofrecen a la siembra de fréjol, grano amarillo, semilla, verdores, maracuyá, sandía, florestas frutales como mango, palta has afiliarse otros, los servicios de los lugares de la Jurisdicción de Larepa y de la Provincia de Tumbes". "Las haciendas son canalizadas con lluvias del conducto Cantalente". "En los posteriores años, el ofrecimiento del líquido hacia irrigación ha comparecido y abatiendo gradualmente completo a la desvalorización firme de las lluvias pluviales en la porción que interviene el ingreso de la cavidad, asimismo tal la indestructible

avería del conducto Cantalente, el cual atrae sus humedades del corriente Panta”. “Hacia el proyecto agropecuario se ha estimado las sucesivas tipos teorías de la franja, del tierra y eficacia de humedad”. “Razón que el espacio de memoria asume una tierra arenosa, es adecuado para colocar el método de regadío por secreción, existiendo competente hacia la labor presentado de florestas frutales de palta has”. “Hacia el proyecto hidráulico se ha estimado una plaza general clara de irrigación de 47.03 ha y motivo tal siembra de palto has”. “El líquido exigido por el método de irrigación habrá proporcionada el Conducto Cantalente”. “cuya acogida acuática, conforme al ensayo al beneficio ejecutada provee satisfactoriamente a la petición de la labor aludido”. “Colocar los cabezales de regadío, que constituirá de los sucesivos aparatos: Dispositivo de comba, dispositivo de afinado, dispositivo de fecundación”. “A partir del cabezal de regadío, el líquido existirá transportado por un conducto telescópico con cuentagotas y documento simétricos, atravesando por repetición uno de las divisiones a regar”.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Captación**

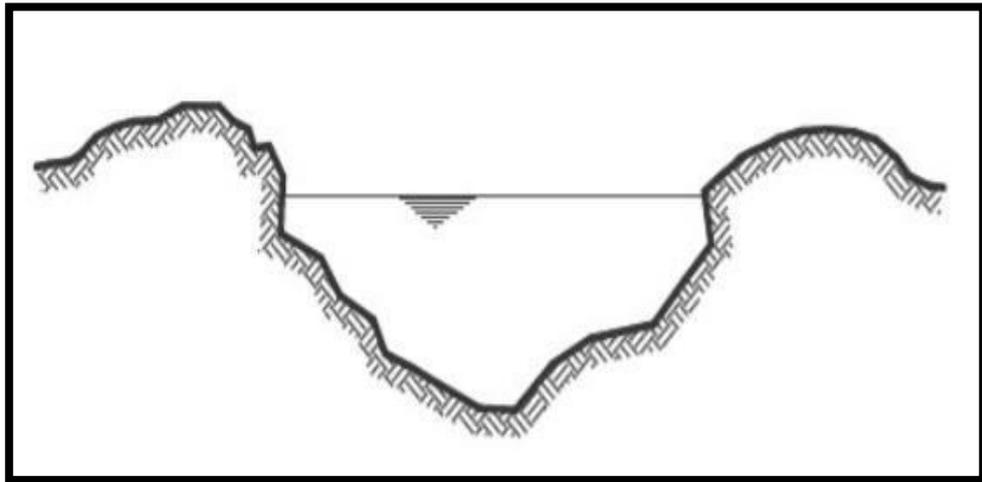
“Es un tipo de estructura que facilita el aprovechamiento”, “de troncos de agua como manantiales, ríos, riachuelos lagos y embalses”. “Con la finalidad de proveer agua en forma continua a toda una comunidad de pobladores de esta manera hacerlo lo más accesible para un acierta cantidad de la población, se puede realizar un sistema de captación por gravedad dependiendo con la singularidad de que tenga la fuente, el capital que se debe indagar la situación ecológica y topográfica; es por ello que se debe realizar un estudio hidrológico previo para

medir los caudales y así garantizar un óptimo”, “aprovechamiento del agua”. “ (Stauffer & Spuhler, 2020)”.

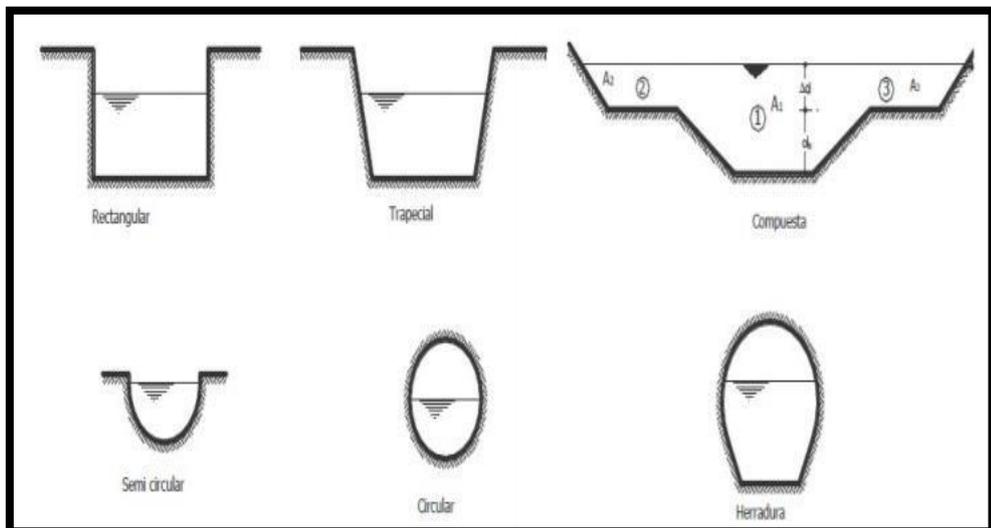
“Se sugiere que siempre se pueda cumplir con los siguientes parámetros”. “La captación debe ser realizada donde haya un flujo adecuado de agua, si es posible se debe preferir el abastecimiento de la seriedad para minimizar los precios causados por la utilización de succionar y buscar la manera de reducir la contaminación y el flujo de sedimentos que se puedan presentar”. “Se debe de realizar una operación y mantenimiento cada cierto lapso de tiempo para evitar la dureza de la linfa, también se debe regar naturalmente las rejillas y extraer los residuos sólidos, en el caso de que exista un desarenador se debe proceder a desarenar cada seis meses”. “ (Stauffer & Spuhler, 2020)”.

### **2.2.2. Tipos de captaciones**

- **“Captación superficial”**. “La obtención del líquido somero a riachuelos, pantanos y presas está organizada a ras terrenal por medio lo cual se innova la aclimatación y beneficio del líquido del origen que pertenezca”. Bien que exista por compromiso (ras terrenal) o por prominencia. “Hacia asegurar el abastecimiento del medio para los habitantes”. “La singularidad y el tamaño de la base de la captura van a depender de la cantidad o caudal del líquido que necesite la comunidad”. “Hay que recordar que los líquidos someros pueden mostrar cierto grado de polución que será un objeto de una serie de métodos que cambien sus particularidad físicas, químicas y microbiológicas y hacerla para el consumo humano”. “ (Abreu & Lara, 2015)”.

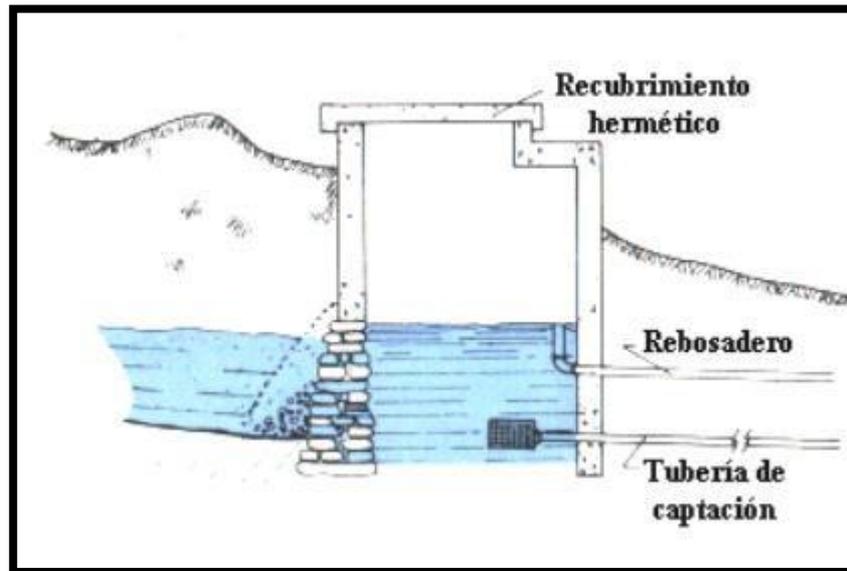


**Figura 1. “Captación natural”**  
 “Fuente: (Abreu & Lara, 2015)”.



**Figura 2. “Tipos de secciones de captaciones artificiales”**  
 “Fuente: (Abreu & Lara, 2015)”.

- **“Captación subterránea”:** “El líquido del subterráneo es uno de los bienes nativo máspreciado del territorio”, el “líquido se acumula en los orificios, del material rocoso del subterráneo se le conoce como liquido subterránea”. “La palabra balsa se en usar para describir un estudio subterránea que es capaz de almacenar y transmitir agua”. “ (Salamanca, 2010)”.



**Figura 3. "Captación subterránea"**

"Fuente: (Salamanca, 2010)"

### **2.2.3. Caudal**

"El caudal es la cantidad de fluido que circula por unidad de tiempo, en determinado elemento o sistema". "Su unidad de medida y expresión es la unidad de volumen dividida por la unidad de tiempo". "En el caso de los manantiales como de las pequeñas quebradas el caudal tiene una importante variabilidad a lo largo del año, conocer esta variación es fundamental porque permite evaluar la fuente, considerar", "la delineación del libro de captura que" se tenga que realizar y planificar del uso del agua en épocas críticas". "Para determinar los caudales mínimos y máximos, se recomienda contar con registros hidrológicos de varios años, con determinados intervalos durante un año, pero ya que no siempre es el caso, lo recomendable es contar con datos de las épocas más críticas, esto quiere decir". "Con la temporada de estiaje y las temporadas de lluvias". "Conocer las variaciones del caudal permite dimensionar obra de manera segura. Este valor se puede obtener mediante un método directo o indirecto" (Paliouff & Gornitzky, 2011):

- **Método directo:** “El procedimiento radica fundamentalmente en calcular una superficie normal e uniforme, anticipadamente concluyente”. “Las celeridades de creciente con las cuales se logra conseguir rápidamente la hacienda”. “El término designado frena en crear el volumen o cálculo pasivo de efectuar con las subsiguientes exigencias”.
- “El mecanismo perpendicular debería estar definida y que en lo viable no se contemporánea a sucesión del suceso”.
- “La Cuantía de poseer posible dirección del caudal se determina a partir de la medición del volumen de agua (litro, metros cúbicos, entre otros) y del tiempo que demora en completar esa cantidad”. (segundos, minutos, entre otros) “ (Palioff & Gornitzky, 2011)”.

$$Caudal = \frac{volumen}{tiempo} = \frac{litros}{segundos}$$

- **Método indirecto:** “Este cálculo se realiza mediante el cálculo y rapidez del liquido en el curso y el área o sección que la conduce”, “Luego se aplica la fórmula” .“ (Palioff & Gornitzky, 2011)”.

$$Caudal = velocidad * sección$$

## 2.2.4. “Sistemas de riego tecnificado”

### 2.2.4.1. “Sistema de riego por exudación”

“Es un sistema de riego de tipo localizado, el riego es en forma constante y se aplica en forma continua mediante un tubo poroso el cual exuda en toda su longitud y superficie; permite ahorrar el agua, elevar la uniformidad de aplicación aún con diferentes presiones, regar en forma continúa evitando de esta manera las pérdidas por percolación, restituir el agua evapotranspirada”. “Mediante el tubo poroso y también puede “usar cultivos veraz” o invernaderos, en terrenos planos y con pendiente”.



**Figura 4. “Riego por exudación”**

**Fuente:** ("Agricultura & Irrigaciones", 2008)

### 2.2.4.2. “Sistema de riego con mangas”

“El plan se utiliza”, “para la irrigación que ha sido cogido una gran importancia entre el creador de la agropecuaria bajo costos de inversión, su practicidad, facilidad de manipulación, traslado e instalación”. ("Agricultura & Irrigaciones", 2008)".



**Figura 5. “Riego con mangas”**

Fuente: “ (“Agricultura & Irrigaciones”, 2008)”

#### **2.2.4.3. “Sistema de riego por goteo”**

“Mediante saliente estudio”. “De riego por goteo consiste en suministrar el agua en formas de gotas que acceden a la zona radicular de cada planta, a través de unos pequeños goteros, también se puede aplicar el agua conjuntamente con los fertilizantes en la zona radicular del cultivo”. “A manera de gotas localizadas y con una frecuencia alta en las cantidades necesarias, algunos de los beneficios que presenta este sistema son”. “De riego localizado continuo y eficiente aproximadamente en 90%, es adaptable a cualquier tipo de suelo y topografía, y permite ahorrar tanto tiempo como trabajo gracias a su método de aplicación conjunto de agua y fertilizantes”. “ (“Agricultura & Irrigaciones”, 2008).



**Figura 6. "Riego por goteo"**

**Fuente:** " ("Agricultura & Irrigaciones", 2008)".

#### **2.2.4.4. "Sistema de riego por aspersion"**

"El estudio de irrigación a tensión implica las precipitaciones uniformes cuyo objeto es la filtración en el mismo punto donde caen las gotas", "controlando el tiempo e intensidad, gracias a la operación de presiones, distancias de colocación y tamaños; permite realizar un riego de forma controlada". "Reducir aquellas pérdidas ocasionadas por la conducción, así como la mano de obra". "reducir los efectos negativos de las heladas y mitigar el peligro de erosión de suelos". " ("Agricultura & Irrigaciones", 2008)".



**Figura 7. “Riego por aspersión”**

Fuente: “ (“Agricultura & Irrigaciones”, 2008)”.

#### **2.2.4.5. “Sistema de riego por microaspersión”**

“Este sistema”. “Radica en dar liquido en forma de precipitaciones fina mediante dispositivos (llamados micro aspersores) que la distribuyen en un radio no superior a los 3 metros. Atendiendo su funcionamiento hidráulico, los dispositivos de micro aspersión” puede. “Ser de largo conducto, de orificio, de remolino o autocompensante”. “Existe también la opción de nebulizar el agua; generalmente es usado para regar árboles”. “ (“Agricultura & Irrigaciones”, 2008)”.



**Figura 8. “Riego por microaspersión”**

Fuente: “ (“Agricultura & Irrigaciones”, 2008)”.

#### **2.2.4.6. “Sistema de riego por multicompuertas”**

“El riego por Multicompuertas es un sistema de conducción y distribución de agua de riego, por medio de tuberías livianas, fáciles de transportar e instalar, que trabajan a baja presión”. “Con este sistema se alcanzan altas eficiencias de aplicación, puede alcanzar una eficiencia de riego de hasta 70%, su instalación y operación significa un bajo costo”. “ (“Agricultura & Irrigaciones”, 2008)”.



**Figura 9. “Riego por multicompuertas”**

Fuente: “ (“Agricultura & Irrigaciones”, 2008)

#### **2.2.4.7. “Sistema de riego por impulsos”**

“El sistema de riego por impulsos llamado también discontinuo o intermitente, consiste en aplicar agua a los surcos en intervalos de tiempo cortos pero frecuentes, en un mismo periodo de riego”. “También conocido como riego intermitente, hace uso de un dispositivo que abre y cierra las compuertas cada cierto lapso de tiempo, permitiendo así la aplicación de agua a los surcos; puede alcanzar una eficiencia de riego del 75%, es de fácil instalación y más económico que los sistemas presurizados”. “ (“Agricultura & Irrigaciones”, 2008)”.



**Figura 10. “Riego por impulsos”**

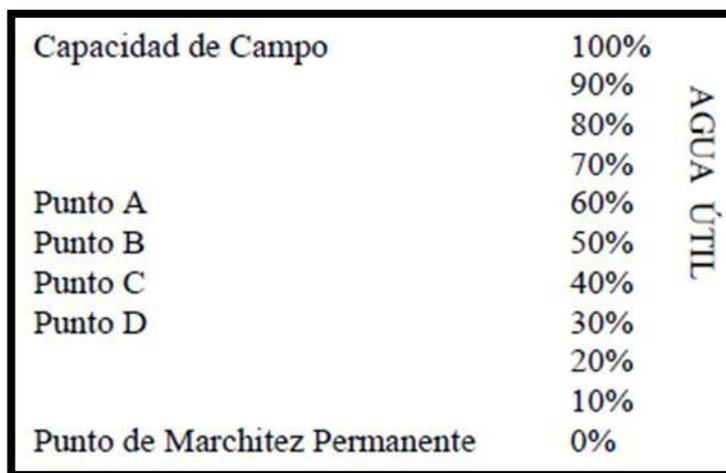
**Fuente:** “ (“Agricultura & Irrigaciones”, 2008)”

#### **2.2.5. “Consideraciones para elegir el tipo de riego tecnificado”**

“Esta tecnología está diseñada para proveer eficientemente a los cultivos de agua, fertilizantes, así como de nutrientes”. “Dentro de los principales beneficios que nos ofrece la tecnificación de riego están”. “Disminución del consumo de agua en las parcelas”. “Disminución de gastos por tarifa”. “Para realizar una elección correcta del tipo de riego a utilizar se tiene que conocer cuánta cantidad de agua se debe aplicar por riego, también conocida como lámina neta”. “ (Tapia, 2014)”.

- “Agua útil: “Es el resultado de”. “El disgusto de la técnica del campo y el punto de marchitez permanente, este valor declarar la porción de líquido disponible en el campo que puede ser aplicado por la agricultura.”
- “Criterio de irrigación: “Submúltiplo que calcula para resolver el punto de adaptar una irrigación con relación al tanto por ciento del líquido productivo que un terreno que dispone; cuando una área se encuentra de facultad de espacio por ciento en liquido será igual a un 100%, mientras que cuando los

cultivos se encuentren en el punto de marchitez permanente el porcentaje correspondiente será de 0% de agua útil”.



**Figura 11. “Criterio de riego”**

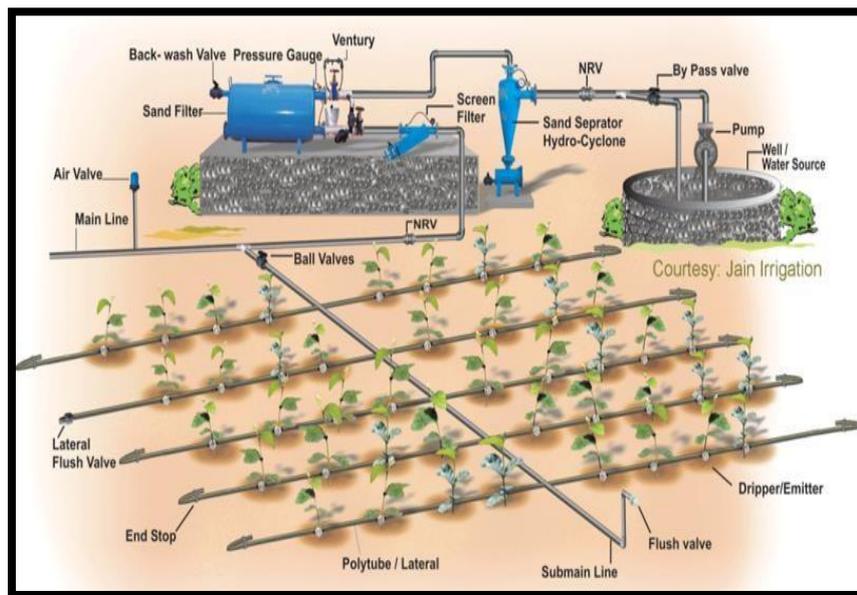
Fuente: “ (Tapia, 2014)”

- “Hondura radical de la agricultura”: “Ya que la radical son encargadas de absorber los nutrientes y el agua, es un factor que se debe de tomar en cuenta para el cálculo y tipo de adaptación del líquido, pues mientras principal sea la hondura de la radical más liquido se tendrá que adaptar durante el transcurso de la irrigacion”.

#### **2.2.5.1. “Sistema de riego por aspersion”**

“Este sistema de”. “Irrigación por aspersion aplicamos el agua de riego al cultivo de una forma parecida a la lluvia”. “Pero, al igual que a veces llueve con gotas más finas, gotas más gruesas o en una determinada dirección con mayor o menor ángulo de caída”. “Así nos puede suceder durante el riego si no tenemos en cuenta algunos aspectos”. “Vamos a revisar qué aspectos del manejo de riego por aspersion son importantes controlar y qué cosas se deberían de hacer y no hacer con el objetivo de regar de la manera lo más eficientemente posible”. “Este sistema

de riego por aspersión se basa principalmente en la aplicación de agua a cultivos realizando una simulación de lluvia localizada mediante un conjunto de componentes”: “Primero se tiene que derivar el agua de una fuente a través de una captación superficial o subterránea; también se cuentan con válvulas de distintos tipos para definir las presiones y van incorporadas a la tubería de conducción”. “Otro elemento son las llaves de paso y las cámaras rompe presión las cuales controlan y disminuyen costos en la incorporación de tuberías de alta resistencia”; “finalmente están también los hidrantes o tomas de riego y los aspersores”. “ (Ministerio de Agricultura y Riego & Programa Subsectorial de Irrigaciones, 2014)”.



**Figura 12. “Componentes de un sistema de riego por aspersión”**

**Fuente:** “ (Ministerio de Agricultura y Riego & Programa Subsectorial de Irrigaciones, 2014)”

“Este sistema de riego tiene varias ventajas frente a otros pues se puede aplicar a terrenos de topografía irregular, es válido para las tierras suaves, con grande rapidez de penetración y/o capaz al desgaste”. “Es ideal aunque se ordena

al poco bien, se tiene precisión en las dosis de agua, es adaptable a las rotaciones de cultivos y permite la automatización”. (Peralta & Simfendorfer, 2001)”..

“Principalmente existen 2 tipos de estudio de irrigación por rociamiento”: “Los estacionarios y los de desplazamiento continuo; dentro de los estacionarios se encuentran”. “ (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, s.f.)”.

- “Móviles semifijos”: “Cuentan con una tubería móvil”.



**Figura 13. “Sistema móvil semifijo de riego por aspersión”.**

**Fuente:** “ (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, s.f.)”.

- “Fijos”: “Tienen una tubería fija”



**Figura 14. “Sistema móvil fijo de riego por aspersión”.**

**Fuente:** “ (Valdivieso, s.f.)”.

“Dentro de los que conforman al tipo de desplazamiento continuo están”.

(Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, s.f.)”.

- “Ramales desplazables”: “Con desplazamiento circular”.



**Figura 15. “Sistema ramales desplazables de riego por aspersión”.**

Fuente: “ (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, s.f.)”

- “Aspersores gigantes”: “Son los laterales de avance frontal”.



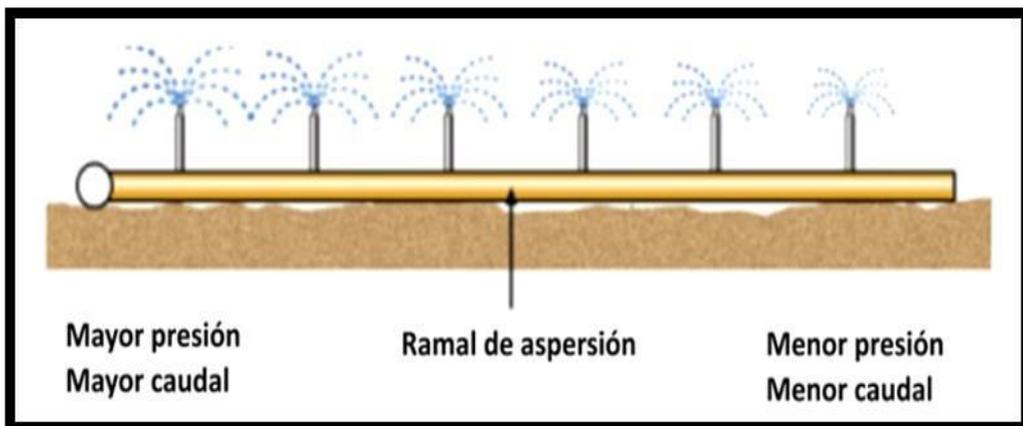
**Figura 16. “Sistema de aspersores gigantes de riego por aspersión”**

Fuente: “ (SIRHC, s.f.)”

### 2.2.5.2. “Presión en un sistema de riego por aspersión”

“La presión en el estudio de irrigación por rociamiento es importante para lograr un riego eficiente, su control en los diferentes puntos de la parcela nos ayuda en optimizar la operación de riego”. “También sirve para dimensionar las instalaciones, se puede medir en kg/cm<sup>2</sup>, bares o atmósferas mediante un manómetro (Monge, 2016)”.

“La distribución de presiones en la parcela no debe tener variaciones extremas, para lo cual se debe medir el aspersor con mayor y menor presión”. “Que depende de la distancia de entrada del agua; la diferencia entre presión máxima y mínima no debe superar el 20% de pérdida de presión”. “ (Salvatierra & Viqueira, 2015)”.



**Figura 17. “Distribución de presiones”**

Fuente: “ (Salvatierra & Viqueira, 2015)”

$$\frac{P_{\max} - P_{\min}}{P_{\max}} * 100 < 20\%$$

**Figura 18. “Comprobación de pérdidas de presión”**

Fuente: “ (Salvatierra & Viqueira, 2015)”

## **2.2.6. “Sistema de riego”**

### **2.2.3.1. “Diseño agronómico”**

“El diseño agronómico es una fase fundamental del sistema de riego por goteo y un error en esta etapa impactará en el diseño hidráulico”; “Donde un mal cálculo puede tener fuertes repercusiones económicas para la corrección del sistema de riego y/o resultar en pérdidas de rendimientos por falta de agua en etapas críticas del cultivo que consiste en dimensionar la superficie máxima de cada unidad”. “Como el intervalo y tiempo de riego partiendo de la lámina de diseño, para poder conocer la capacidad que requiere el sistema y en caso de no coincidir con la capacidad disponible se deben realizar ajustes correspondientes”. “Del mismo modo, se requiere conocer la relación de las características y propiedades físicas del agua y el suelo, como también conocer las particularidades de cada cultivo como el estado fenológico y su requerimiento hídrico”. “ (Jiménez, 2017)”.

#### **a. “Uso consuntivo”**

“El manejo se define de manera cuantía de linfa que consume la vegetación para brotar, desarrollar y crecer financieramente y cuantitativamente, el cual es un término de la evapotranspiración”. “Siendo los importantes dispositivos de la rutina agotador de la secreción y vaporización”. “ (Tello & Sánchez, 2016)”.

“Por otro lado, la rutina agotadora es significativo ya que afirma el cuerpo preciso que detiene el poder de lograr alturas inapreciables de producción”. “Tal como se muestra en la siguiente expresión”.

$$UC = ETR = E_{vp} * Kc$$

Donde:

“**UC**” = “Utilización que agota” (mm).

“**ETR**” = “Evaporación real” (mm/día).

“**Evp**” = “Transpiración de las plantas condicional de líquidos dañados en términos de flora que se alimenta del sub suelo que sombrea la mayor parte del suelo ya que no tiene deficiencia al líquido, que quiere decir tiene un amplio suministro de líquido”.

“**Kc**” = “Formula consecutivo”.

**b. “Factores que influyen en el uso consuntivo del agua”**

- “**Ambiente**”: “Personalizado en cantidad y frecuencia de lluvias, la humedad, la temperatura, ventarrón, altura, luz, lluvias, etc.”.
- “**Agricultura**”: “Personalizado en la clase de la verdura, diferencia, etapa vegetal, etc.”.
- “**Terreno**”: “Personalizado por la estructura, hondura del nivel freático, capacidad de retención de humedad, etc.”.
- “**Líquido de Irrigación**”: “El principio puede ser distinto ya que tiene un comportamiento que procede de ríos, lagos o corrientes continuas de aguas naturales, etc.”. “Cabe mencionar, que es importante “evaluar el tamaño del líquido que se precisa garantizar la recolección”; el cual hace referencia a la eficiencia del sistema de riego, pues este hace referencia al volumen de agua “que se tiene que reflexionar por las desventajas que se forman en el ciclo de la irrigación”.

“La siguiente tabla, muestra los porcentajes de eficiencia de riego”.

Tabla 1. "Eficiencia de riego según el método de irrigación"

"Norma de irrigación"	Eficiencia (%)
"Echado"	"20 – 30"
"Tumbado"	"30 – 60"
"Estriado"	"60 – 70"
"Techo plano"	"65 – 85"
"Terreno planos"	"40 – 70"
"Rociamiento"	"70 – 85"
"Chorro"	"90 – 95"
"Gotas diminutas"	"85 – 95"
"Liston"	"80 – 95"

Fuente: " (VALENZUELA, 1988)".

### 2.2.3.2. "Diseño hidráulico"

"El proyecto hidrológico posee a manera de finalizar y precisar las líneas y distancias de las otras conducciones que se acomodan al procedimiento", "dependiendo a un razonamiento de optimizar, el esquema debe considerar el criterio de los dispositivos que manipulen la semejanza de manifestación a más del 95% y que la rapidez de las conducciones no exceda los 2.00 m/s". " (Jiménez, 2017)".

#### a. "Caudal de máximas avenidas y análisis de frecuencias hidrológicas"

"Debido a la organización y a la alineación se pretenden plantear el mañana; donde la duración del suceso del tamaño no se puede lograr anunciar, entonces se recurre a las estimaciones mediante probabilidades o frecuencias del caudal o volumen de flujo". " (Tello & Sánchez, 2016)".

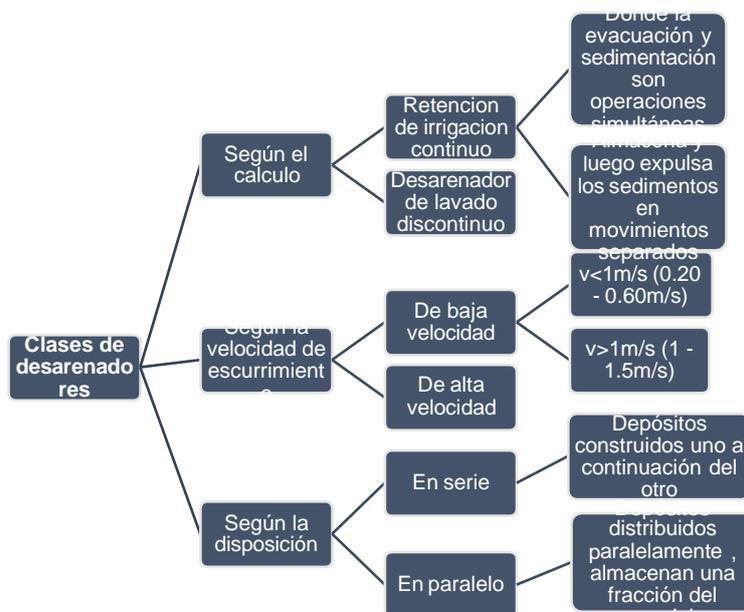
"Para seleccionar la altura la posibilidad de una alineación, el riesgo es considerado aceptable además se puede a someterse a la naturaleza, económicas y políticas; debido que diseñar para una condición extrema tiene costo alto y solo es justificable, aunque las conclusiones de un defecto son pesadas". " (Linsley, Kohler, & Paulus, 1998)".

**b. “Criterios de diseño de desarenador”**

“Un desarenador es una obra hidráulica que sirve para separar o decantar y remover o evacuar el material sólido que lleva el agua de un canal”. “Generalmente el material sólido ocasiona deterioros en las obras hidráulicas, ya que se acumula en el fondo del canal reduciendo la sección de está generando un costo alto de mantenimiento; por otro lado también ocasiona daños en las plantas eléctricas debido a que el agregado es movido por el líquido por el generador y las desgasta cuando la velocidad es alta”. “ (Villón, Diseño de estructuras hidráulicas, 2005)”.

- **“Clases de desarenadores”**

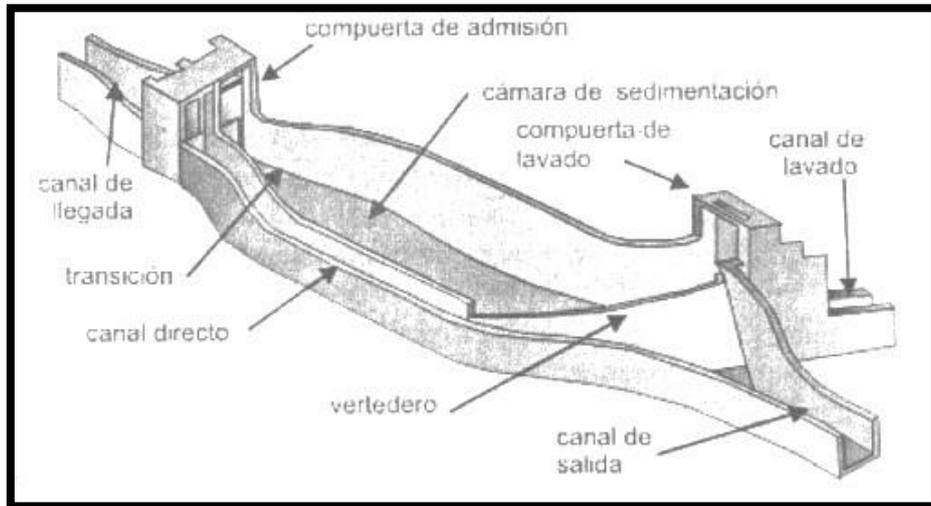
“En la siguiente figura, se puede apreciar las clases de desarenadores; según la operación, velocidad de escurrimiento y según su disposición”.



**Figura 19. “Clases de desarenadores”**

Fuente: “ (Villón, Diseño de estructuras hidráulicas, 2005)”

“En la siguiente figura, se puede observar un desarenador de lavado intermitente; el cual realiza”. “La operación de lavado en menor tiempo reduciendo la pérdida de agua”.



**Figura 20. “Desarenador de lavado intermitente”**

**Fuente:** “ (Villón, *Diseño de estructuras hidráulicas*, 2005)”

- **“Componentes de un desarenador”**
- “Cambio de ingreso, que se conecta con la retención de la arena”.
- “Sala de encenagamiento, donde los finos se profundizan conforme a la pérdida de la rapidez generada por el crecimiento del sector; en la siguiente tabla se puede apreciar las velocidades límites donde el agua deja de arrastrar sedimentos”.

Tabla 2. “Velocidad límite donde al agua deja de arrastrar sedimentos”

“Ingredientes”	Rapidez
“Barro”	0.81m/s
“Grava”	0.16m/s
“Grava gruesa”	0.216m/s

**Fuente:** “ (Villón, *Diseño de estructuras hidráulicas*, 2005)”

“Según la tabla mostrada, la velocidad de un desarenador puede variar entre 0.1 y 0.4m/s con una profundidad promedio de 1.5 a 4m, de otro lado es necesario mencionar que la sección transversal del desarenador puede ser rectangular o trapezoidal, siendo la que mejor se desempeña el trapezoidal por la eficiencia y economía”. “Así como también la superficie del fondo no debe ser plana sino horizontal para facilitar el lavado siendo las pendientes más usadas 1:5 a 1:8” “(Villón, Diseño de estructuras hidráulicas, 2005)”.

“Vertedero, el fin del salón del encenagamiento, se construye la escombrera donde el líquido ocurre al canal, es importante reconocer que mientras la velocidad del agua en el vertedero sea menor la turbulencia será menor y se arrastrará menor cantidad de material en suspensión”. “Se muestra”. “El ejercicio de Francos, es una escombrera cuadrilonga que no tiene crispación”.

$$Q = CLh^{\frac{3}{2}}$$

Donde:

“**Q**” = “Caudal” (m<sup>3</sup>/s)

“**C**” = “2.00”

“**L**” = “Longitud” (m)

“**h**” = “Carga de la escombrera”. (m)

“Siendo el área hidráulica del vertedero”:

$$A = Lh$$

“La velocidad por la ecuación de continuidad será”:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{CLh^{\frac{3}{2}}}{Lh} = Ch^{\frac{1}{2}}$$

“La carga del vertedero será”:

$$h = \left(\frac{v}{c}\right)^2$$

- “Compuerta de lavado, sirve para desalojar los materiales depositados en el fondo, para facilitar el movimiento de las arenas el fondo del desarenador debe tener una pendiente fuerte entre 2 y 6%”, “el incremento de la profundidad como producto de la pendiente no se incluye en el cálculo el tirante, tomando en consideración el volumen adicional como depósito de arenas sedimentadas”. “Es por ello la importancia de estudiar la cantidad y tamaño de los sedimentos para asegurar la capacidad del desarenador y evitar el lavado frecuente”.

“Por otro lado, cuando se realiza la limpieza del salón desarenador”. “Se deben cerrar las puertas de entrada y abrir las puertas de limpieza donde el líquido finaliza a una rapidez transportando los sedimentos”. “ (Villón, Diseño de estructuras hidráulicas, 2005)”.

- “Canal directo”, “canal por el que se brinda servicio mientras se lava el desarenador, generalmente el lavado se realiza en corto tiempo”. “Si por algún motivo de reparación o inspección existe necesidad de secar la cámara del desarenador, al canal directo permite que no se suspenda el servicio”. “ (Villón, Diseño de estructuras hidráulicas, 2005)”.

**c. “Diseño hidráulico”**

- “Cuenta el tamaño de piezas para el deposito; donde se requiere que el fino de tamaño súper se debe entregar”. “Es importante mencionar que la partícula admitida en “plantas hidroeléctricas es de 0.30mm” de

diámetro y para “los sistemas de riego” se aceptan partículas de hasta 0.50mm de diámetro”. “Las siguientes tablas muestran el diámetro de partículas según la altura de caída y según el tipo de turbina”.

Tabla 3. “Diámetro de partículas según”, “la elevación de caída”

Tamaño de finos (mm) que no pasan al desarenador	Altura de caída (m)
0.5	102 – 205
0.4	205 – 305
0.2	305 – 510
0.15	510 – 1010

“Fuente: “ (Villón, Diseño de estructuras hidráulicas, 2005)”.

Tabla 4. “Diámetro de partículas según el tipo de turbina”

“Tamaño de finos (mm) a la eliminación en el desarenador”	Tipo de turbina
1 – 4	“Kaplan”
0.5 – 1	“Francis”
0.3 – 0.5	“Pelton”

“Fuente: (Villón, Diseño de estructuras hidráulicas, 2005)”

- “Operación de rapidez de abundancia del tanque”; “la rapidez de un desarenador es pausada, aunque se encuentra implicado en 0.20 a 0.60m/s. La decisión de la velocidad es aplicando este modelo”:

$$v = a\sqrt{d} \left(\frac{cm}{s}\right)$$

“En que”:

“**a**” = “invariable de cargo de la línea”

“**d**” = “trazo (mm)”

“En el tablero, se puede apreciar la constante de diámetro.”

Tabla 5. “Constante a según el diámetro”

“A”	“D” (mm)
52	< 0.1.5
45	0.1 – 1.5
37	> 1.5

Fuente: “ (Villón, Diseño de estructuras hidráulicas, 2005)”.

- Sistematización de rapidez de desplome  $w$  (elementos despejadas); hacia el ítem preexisten en diversas “técnicas, tablonas, gráfico” “donde se consideran”: “el peso específico del material” a sedimentar  $\rho_s(\text{gr/cm}^3)$  y el “peso específico del agua turbia”  $\rho_w(\text{gr/cm}^3)$ , es así que en este caso se utilizará la “fórmula de Owens”.

$$w = k\sqrt{d(\rho_s - 1)}$$

“Donde”:

“ $w$ ” = “rapidez de finos” (m/s)

“ $d$ ” = “calibre de finos” (m)

“ $\rho_s$ ” = “peso específico” ( $\text{gr/cm}^3$ )

“ $k$ ” = “regular”, “según la tabla que se muestra a continuación.”

“Tabla 6”. “Valores de la constante  $k$ ”

“Figura y calidad”	“ $K$ ”
“Finos”	10.39
“barro esféricos”	9.22
“barro de pedernal ( $d > 3\text{mm}$ )”	7.11
“barro de pedernal ( $d < 0.7\text{mm}$ )”	2.27

Fuente: “ (Villón, Diseño de estructuras hidráulicas, 2005)”.

- “Operación del tamaño propóleos”
  - “Desairar los resultados de la rapidez del encenagamiento, se plantean la subsiguientes conexión”:

$$Q = bhv \rightarrow b = \frac{Q}{hv}$$

“Donde”:

“**Q**” = “Caudal”

“**b**” = “Ancho del Tanque”

“**h**” = “Altura”

“**v**” = “Velocidad de Flujo”

“Tiempo de caída:”

$$w = \frac{h}{t} \rightarrow t = \frac{h}{w}$$

“Tiempo de sedimentación:”

$$v = \frac{L}{t} \rightarrow t = \frac{L}{v}$$

“Donde se obtiene:”

$$\frac{h}{w} = \frac{L}{v}$$

“Y se obtiene que la longitud es:”

$$L = \frac{hv}{w}$$

- “Considerando los efectos retardatorios de la turbulencia”; “cuando se tiene agua en movimiento la velocidad de sedimentación es menor e igual a  $w - w'$ , donde  $w'$  es la reducción de la velocidad por efectos de turbulencia, es así que la ecuación 50 se expresa como”:

$$L = \frac{hv}{w-w'}$$

“Para”, “el cálculo de desarenadores de baja velocidad se puede utilizar una corrección, mediante el coeficiente K”, “que varía según las velocidades de escurrimiento en el tanque, siendo la siguiente ecuación a utilizar”:

$$L = K \frac{hv}{w}$$

“En las siguientes tablas se puede observar el coeficiente K para desarenadores de baja y alta velocidad”.

Tabla 7. “Coeficiente K para desarenadores de baja velocidad2

“Velocidad de escurrimiento” (m/s)	“K”
0.2.5	1.30
0.3.5	2
0.5.5	2.5

Fuente: “ (Villón, Diseño de estructuras hidráulicas, 2005)”

Tabla 8. “Coeficiente K” para “desarenadores de alta velocidad”

“Tamaños de finos para la eliminación” (mm)	“K”
2	1.5
1.5	1.5
0.2 – 0.35	2.5

Fuente: “ (Villón, Diseño de estructuras hidráulicas, 2005)”.

“El largo y ancho de los tanques se construyen a un costo más bajo, en cuanto al diseño se debe” de “tomar la pequeña cuenca del conocimiento”; “por ejemplo para rapidez entre 0.25 y 0.65m/s se logra asumir una profundidad entre 1.40 y 5.00m”.

“Cálculo de la longitud de transformación”; “la eficacia de la precipitación estriba a la semejanza de la rapidez del mecanismo perpendicular de la transformación, hacia el proyecto se utilizará el método de Hinder”:

$$L = \frac{T_1 - T_2}{2 \tan 22.5^\circ}$$

“En que”

“L” = “Longitud de transición”.

“T<sub>1</sub>” = “Espejo de agua del desarenador”.

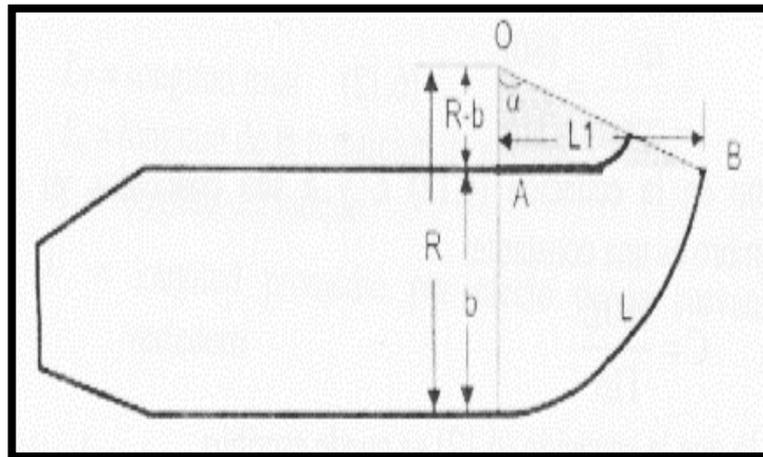
“T<sub>2</sub>” = “Espejo de agua del canal”.

“La Operación a lo largo de la escombrera; en la parte ultima del salón del desarenador se edifica la escombrera es donde que para el líquido puro al conducto”. “Donde una velocidad baja genera menor turbulencia en el desarenador y se arrastran menos materiales en suspensión, en esta parte hidráulica se admite velocidades de hasta 1m/s con un límite de carga sobre el vertedero equivalente a  $h = 0.25\text{m}$ ”.

- “Cálculo de L”:

$$L = \frac{Q}{ch^{3/2}}$$

- “Cálculo del ángulo” central " $\alpha$  y el radio R con que se traza la longitud del vertedero”.



“Figura 21”. “Esquema del tanque desarenador”

Fuente: “ (Villón, Diseño de estructuras hidráulicas, 2005)”

\* "Cálculo de  $\alpha$ ": "Para el cual se hará uso de la siguiente fórmula, que consiste en despejar la constante C en función de las variables que se muestran en la figura anterior".

$$C = \frac{180L}{\pi b}$$

"La igualdad se consigue en trazar como":

$$C = \frac{a}{1 - \cos a}$$

"Y el valor de  $\alpha$ , se determina mediante tanteos"

\* "Cálculo de R": "Para el cual se hará uso de la siguiente fórmula"

$$R = \frac{180L}{\pi a}$$

- "Operación a lo largo de la transcendencia de la escombrera". " $(L_1)$ ".

$$\sin a = \frac{L_1}{R} \rightarrow L_1 = R \sin a$$

- "Cálculo de la longitud promedio"  $(\bar{L})$

$$\bar{L} = \frac{L + L_1}{2}$$

- "Cálculo de la longitud total del tanque desarenador"

$$L_T = L_t + L + \bar{L}$$

• "Cálculos complementarios]"

- "Cálculo de la caída" de "fondo"

$$\Delta Z = L * S$$

"Donde"

" $\Delta Z$  = Diferencia de cotas del fondo del desarenador"

$$L = L_T - L_t$$

"**S**" = "Pendiente del fondo del desarenador" (2%).

- “Cálculo de la profundidad del desarenador”; “frente a la compuerta de lavado”

$$H = h + \Delta Z$$

“En que”.

**H** = “Profundidad del desarenador frente a la compuerta de lavado”.

**h** = “Diferencia de cotas del fondo del desarenador”.

- “Cálculo de la altura de cresta del vertedero con respecto al fondo”

$$h_c = H - 0.25$$

“Donde”:

“**h<sub>c</sub>**” = “Altura de la cresta del vertedero”; “con respecto al fondo”

**H** = “Profundidad del desarenador frente a la compuerta de lavado”

- “Cálculo de las dimensiones” de la “compuerta de lavado”

“Suponiendo” el área de “una compuerta cuadrada de lado *l*”, el área será  $A=l^2$ . “La compuerta funciona como un orificio”, utilizando la siguiente “ecuación”:

$$Q = C_d * A_0 * \sqrt{2gh}$$

“Donde”:

**Q** = “Caudal a descargar por el orificio”.

“**C<sub>d</sub>**” = “Coeficiente de descarga” = 0.60 “para un orificio de pared delgada”.

“**A<sub>0</sub>**” = “Área del orificio”, “en este caso es igual al área de la compuerta”.

**h** = “carga sobre el orificio” (“desde la superficie del agua hasta el centro del orificio”).

**g** = “aceleración “de la gravedad” (9.81 m/s<sup>2</sup>)”

- “Cálculo de la velocidad de salida”.

$$v = \frac{Q}{A_0}$$

**“Donde”**

**v** = “velocidad de salida por la compuerta” (“el cual debe ser de 3 a 5m/s y para el concreto la velocidad límite es de 6m/s”).

**Q** = “Caudal”; “a descargar por el orificio”.

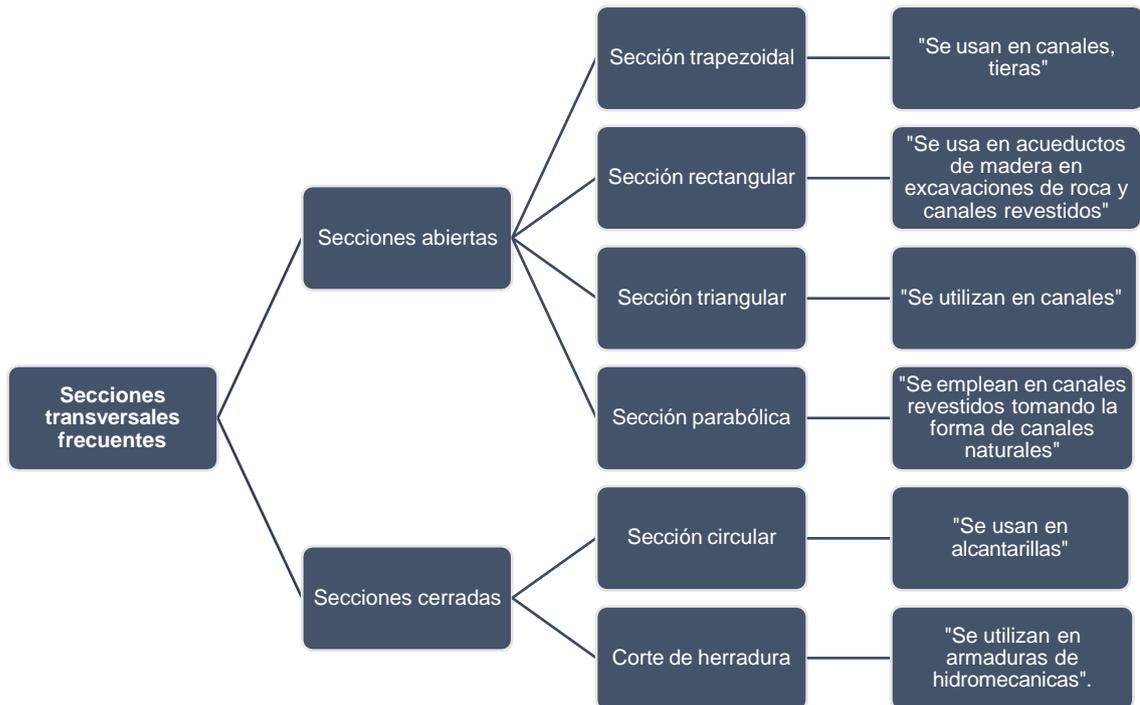
**“A<sub>0</sub>”** = “Área del orificio, en este caso es igual al área de la compuerta”

#### **d. “Criterio de diseño de canales”**

“Las cañerías son conducciones” por donde “el líquido transita formal a la dificultad y sin tener influencia”, ya que “el espacio del agua existe la relación con el aire”; “estos conductos logran ser nativas (torrentes, riachuelos) o compuestos (construidos por el individuo”); (Villón, Hidráulica de canales, 2008)”.

- **“Secciones transversales frecuentes”**

“La figura muestra las secciones transversales más frecuentes según la exposición a la atmósfera”.

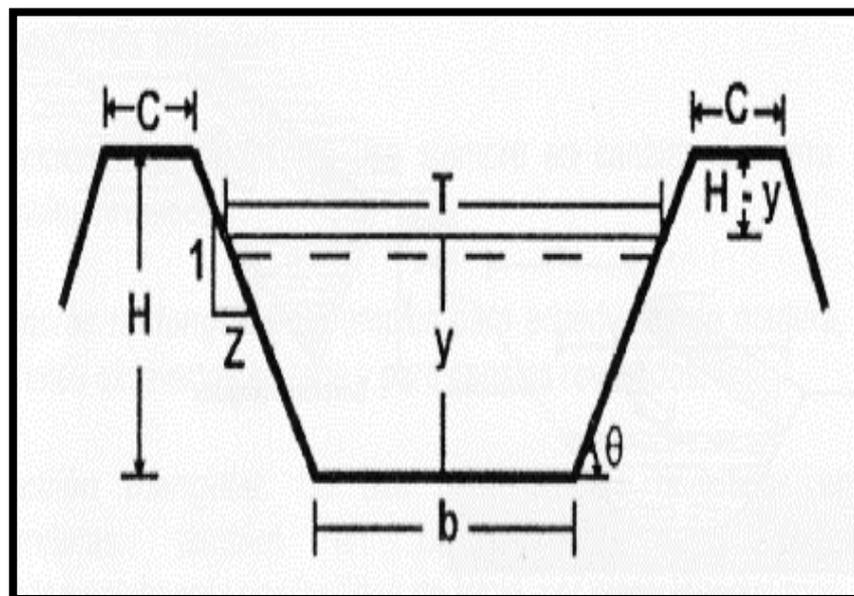


**Figura 22. “Secciones transversales frecuentes”**

Fuente: “ (Villón, Hidráulica de canales, 2008)”

- **“Elementos geométricos de la sección transversal de un canal”**

“En la siguiente figura se puede apreciar” los “elementos geométricos de la sección transversal de un canal”.



**Figura 23. “Elementos geométricos de la sección transversal de un canal**

Fuente: (Villón, Hidráulica de canales, 2008)

**“En que”:**

**y** = “Rígido del líquido, es el fondo inmenso del líquido en el conducto”.

**b** = “Amplio del fondo, amplio de enumeración, es el amplio de un conducto”.

**T**= “Modelo del líquido, es el amplio del área, independiente del líquido”.

**C** = “Amplio de cerco”.

**H** = “Fondo general del conducto”.

**H-y** = “Borde independiente”.

**Θ** = “Esquina de la corriente del muro adyacente plano”.

**Z** = “Rampa, es la correspondencia de la influencia al plano de la derecha del muro adyacente”. (se dice asimismo la rampa de los muros adyacentes del conducto). Indicar que, “Z es el total a la influencia plana cuando la derecha es 1”.

- **“Diseño de secciones hidráulicas”**

“Para el diseño del canal se debe tener en cuenta diversos factores como el tipo de material de revestimiento; de la sección”; “del canal, coeficiente de rugosidad, velocidad máxima y mínima permitida, pendiente del canal”, taludes, “entre otros. La ecuación” usada con “más frecuencia es la de Manning”, “como se muestra a continuación”. “ (Villón, Hidráulica de canales, 2008)”.

$$Q = \frac{1}{n} A * R^{2/3} * S^{1/2}$$

**“Donde”:**

**Q** = “Caudal” (m<sup>3</sup>/s)

**n** = “Coeficiente de rugosidad”.

**A** = “Área” (m<sup>2</sup>)

**R** = “Radio hidráulico” (“área de la sección húmeda o perímetro húmedo”).

**S** = “Pendiente del canal”.

“La tabla que se muestra a continuación, contiene principios para una materia cubierta”.

Tabla 9. “Valores *n* según el tipo de material”

<b>n</b>	<b>Área</b>
<b>0.02</b>	“Estrechamente natural, cristal, dúctil, metal”
<b>0.012</b>	“Preciso y sencillo”
<b>0.014</b>	“Tronco dócil, azófar, preciso”
<b>0.018</b>	“Conductos de hacienda en sensibles contextos”
<b>0.03</b>	“Conductos originarias de suelo, independientes de flora”
<b>0.027</b>	“Conductos originarios con cualquiera flora y piedras”
<b>0.038</b>	“Conductos naciones con copioso flora”
<b>0.07</b>	“Riachuelos de cordilleras con diversas rocas”

Fuente: “ (ANA - Autoridad Nacional del agua, 2010)”

“Del mismo modo, la Autoridad Nacional del Agua, recomienda taludes para los canales de diferentes características de materiales”.

Tabla 10. “Rampas recomendados para el tipo de materia”

<b>Material</b>	<b>Talud (H:V)</b>
<b>“Piedras”</b>	Fácilmente verticales
<b>“Superficies de torrente y restos”</b>	0.25 : 1
<b>“Tierra gruesa”</b>	0.5 : 1 hasta 1: 1
<b>“Suelo con capa de rocas de conductos”</b>	01:01
<b>“Suelo fijo o suelo en conductos chicos”</b>	1.5 : 1
<b>Suelo suelto</b>	02:01
<b>“Greda arenosa o arcilla porosa”</b>	03:01

Fuente: (ANA - Autoridad Nacional del agua, 2010)

### **2.3. “Definición de términos básicos”**

#### **a) “Captación”**

“Es una toma o derivación de un caudal de agua, de procedencia superficial o subterránea para su aprovechamiento, el lugar de inicio de esta obra se llama punto de captación”. “ (Santander, 2020)”.

#### **b) “Caudal”**

“Cantidad de agua circulante en una determinada estructura o lugar ya sea natural o artificial, está en relación al volumen y al tiempo de conducción”.

#### **c) “Riego tecnificado”**

“Es la aplicación de agua en forma artificial a un determinado terreno o parcela para que éste pueda recuperar el contenido de humedad, el cual ha sido aprovechado por cultivos o plantaciones que están arraigadas al suelo”. “ (Tapia, 2014)”.

#### **d) “Velocidad de flujo”**

“La velocidad de flujo es aquella que está en base a la distancia recorrida en un determinado tiempo, nos sirve para conocer la rapidez de conducción que tiene un fluido en base al lugar en contacto, obstáculos y viscosidad”. “ (Rodríguez, 2008)”.

#### **e) “Irrigación por riego”**

“Es una técnica de irrigación” superficial que emplea el líquido de figura artificial como precipitaciones o gotas y está conformada por un sistema de aspersores”. “ (Pineda, s.f.)”.

**f) “Aspersor”**

“Es un aparato o dispositivo mecánico de riego, que mediante un movimiento rotativo y presión expulsa un chorro de agua en un área determinada”. “ (Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, s.f.)”.

**g) “Presión del agua”.**

“Se define como la fuerza por unidad de área por donde se esté conduciendo el agua”, “las presiones dependen directamente del área del área por donde esté circulando un fluido, por lo que tienen una relación indirectamente proporcional, a mayor área menor presión y a menor área mayor presión”.

**h) “Sistema de bombeo”**

“Los sistemas de bombeo son dispositivos que sirven para conducir el agua desde un punto bajo a uno elevado mediante una fuente de energía que puede ser eléctrica, solar, con uso de combustibles, eólica o animal”. “ (Bruni & Spuhler, 2018).”

## **2.4. “Hipótesis”**

### **2.4.1. Hipótesis general**

“La variación del caudal de una captación tiene una relación directa con la presión en un sistema de riego por aspersión en” la localidad de Rocchac, Tayacaja, “Huancavelica”

#### **2.4.2. “Hipótesis específicas”**

- a) “La variación del caudal de una captación” superficial “tiene una relación directa con la presión en un sistema de riego por aspersión en” la localidad de Rocchac, Tayacaja, “Huancavelica”.
- b) “La variación del caudal de una captación” subterránea “tiene una relación directa con la presión en un sistema de riego por aspersión en” la localidad de Rocchac, Tayacaja, “Huancavelica”.

#### **2.5. “Variables”**

##### **2.5.1. “Variable 1”**

###### **“Caudal de captación”**

“El cálculo del caudal de una captación depende las condiciones de la misma y del tipo que sea, de ser del tipo superficial se toma en cuenta la velocidad”, “el área de la sección, el coeficiente de rugosidad dependiendo del tipo de revestimiento y la longitud de la base de la captación”. “ (Rocha, 2007)”.

##### **2.5.2. “Variable 2”**

###### **“Presión en un método de irrigación por riego”**

“El régimen de irrigación” por aspersión “aparenta a la precipitación” teniendo control sobre “en la estación y la fuerza, hace uso de aspersores”, “los cuales operan con diferentes presiones de acuerdo a los requerimientos de los cultivos”. “ (Agricultura & Irrigaciones”, 2008)”;

“el control de la presión máxima y mínima es fundamental para conocer el rendimiento en el área de cultivo” “ (Monge, 2016)”.

“En el contenido se muestra el modelo de la operacionalización de variables”.

**“Tabla” 11. “Operacionalización de variables”**

“VARIABLE”	“DEFINICIÓN CONCEPTUAL”	“DIMENSIONES”	“INDICADORES”	“INSTRUMENTOS”	“FUENTE”
<b>Variable 1:</b> <b>“Caudal de una captación”</b>	“El cálculo del caudal de una captación depende de las condiciones de la misma y del tipo que sea, de ser del tipo superficial se toma en cuenta la velocidad, el área de la sección, el coeficiente de rugosidad dependiendo del tipo de revestimiento y la longitud de la base de la captación (Rocha, 2007)”.	“Caudal de una captación superficial”	“Velocidad”	“Medidor de velocidad del agua”	“Hidráulica de tuberías y canales” (Rocha, 2007)
			“Área de sección”	“Flexómetro”	
			“Coeficiente de rugosidad”	Tablas de valores típicos de “n”	
		“Caudal de una captación subterránea”	“Longitud de la base”	“Flexómetro”	
			“Velocidad”	“Medidor de velocidad del agua”	
			“Área de tubería”	“Flexómetro”	
<b>Variable 2:</b> <b>“Presión en un sistema de riego por aspersión”</b>	“El sistema de riego por aspersión simula la lluvia teniendo control sobre el tiempo y la intensidad, hace uso de aspersores, los cuales operan con diferentes presiones de acuerdo a los requerimientos de los cultivos (“Agricultura & Irrigaciones”, 2008); el control de la presión máxima y mínima es fundamental para conocer el rendimiento en el área de cultivo (Monge, 2016)2.	“Presión máxima”	“Manómetro”	“Ficha de datos”	“Juego de presiones en riego por aspersión” (Monge, 2016).
		“Presión mínima”	“Manómetro”	“Ficha de datos”	“Juego de presiones en riego por aspersión” (Monge, 2016).

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. “Método de investigación”**

“Según Mejía” (2005), “La investigación científica tiene como objeto de estudio fenómenos racionales, fenómenos que se pueden resolver o interpretar por medio de una demostración o haciendo uso de la razón”.

“En ese sentido el método de investigación es científico porque tiene como objeto de estudio”. “La relación entre la variación del caudal de una captación y la presión en un sistema de riego por aspersión”.

#### **3.2. “Tipo de investigación”**

“La investigación aplicada busca generar conocimiento” y una “aplicación directa a los problemas” de la sociedad, se basa en los conocimientos de la investigación básica mediante el “proceso de enlace entre la teoría” y la práctica”. “ (Lozada, 2014)”.

“Conforme a estos conceptos se establece que el tipo de investigación es aplicada, porque mediante la aplicación de los conocimientos teóricos básico se podrá dar solución a un problema”.

### **3.3. “Nivel de investigación”**

“Cauas” (2006), “menciona que el nivel de investigación”; “correlacional se utiliza para determinar en qué medida dos o más variables están relacionadas entre sí”, “trata de averiguar de qué manera los cambios de una variable influyen en los valores de la otra y agrupa una determinada clase de hechos o fenómenos para poder conocer su distribución de una forma fácil”; “en este caso el investigador primero desarrollará una obtención de datos de las variaciones de los caudales de dos tipos de captaciones y a su vez las presiones de los aspersores de dos parcelas que cuenten el método de irrigación por riego”; “establecer la analogía que ingresa a la transición de la propiedad de una atracción y la apremio en un método de irrigación por riego” en la localidad de Rocchac, Tayacaja, “Huancavelica”.

### **3.4. “Diseño de investigación”**

“Según Orellana” (2013), “el diseño no experimental” se caracteriza por la observación de fenómenos en su ambiente natural sin que el investigador tenga algún control sobre la influencia de variables”.

“El diseño de la investigación es no experimental”; “pues se recopilarán los datos en campo para luego ser procesados en gabinete”.

### **3.5. “Población y muestra”**

#### **3.5.1. “Población”**

“La población es un conjunto de los que” se pretende conocer ciertas características para su investigación, pueden ser personas, objetos, animales, registros, muestras, etc.”. (López, 2004).

“En la presente investigación”, “la ciudad está preparada para los terrenos de labor que se refiere con los métodos de irrigación por riego”, “en la localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica”.

#### **3.5.2. “Muestra”**

“La muestra es un subgrupo representativo de la población”, “que se utiliza por razones de economía de recursos y tiempo, para seleccionarla se puede determinar de forma probabilística y no probabilística”. “ (Hernández, Fernandez, & Baptista, Metodología de la Investigación, 2014)”.

“La muestra de la investigación es no probabilística” o dirigida “y por conveniencia, por lo que se encuentra delimitada por 2 parcelas de cultivo pertenecientes a la localidad de Rocchac, que tengan incorporado el método de irrigación por riego”.

### **3.6. “Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Observación directa”**

“La observación es una técnica en la que se pretende determinar las propiedades haciendo uso de la percepción al momento de tomar datos”; “por lo que es de gran utilidad en las visitas a campo que se vayan a realizar y para la

comparación de datos o resultados que se dará el del desarrollo de la investigación”.

#### **“Análisis de documentos”**

“El análisis de documentos se realiza para recopilar toda la información bibliográfica ya sea física o digital que nos permita conocer y debatir acerca del tema en estudio, es necesario realizar una búsqueda ordenada pues quedará como parte del fundamento”.

#### **“Trabajo en gabinete”**

“Consiste en el procesamiento de datos, propiamente dicho en gabinete, el cual procede con el ordenamiento de los datos de los caudales de la captación y el registro de la información de presión en los aspersores de las parcelas de cultivo de la localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica”.

### **3.7. “Validación e instrumentos de recolección de datos”**

“Los instrumentos de recolección de datos son las fichas de registro y las hojas de cálculo para obtener el caudal de captación y presión de riego por aspersión de las parcelas de cultivo”.

### **3.8. “Procesamiento”**

#### **3.8.1. “Descripción del lugar de estudio”**

“En el Distrito de Rocchac, se ubica en la microcuenca de la quebrada Chalhuas, la cual se describe en las siguientes líneas”.

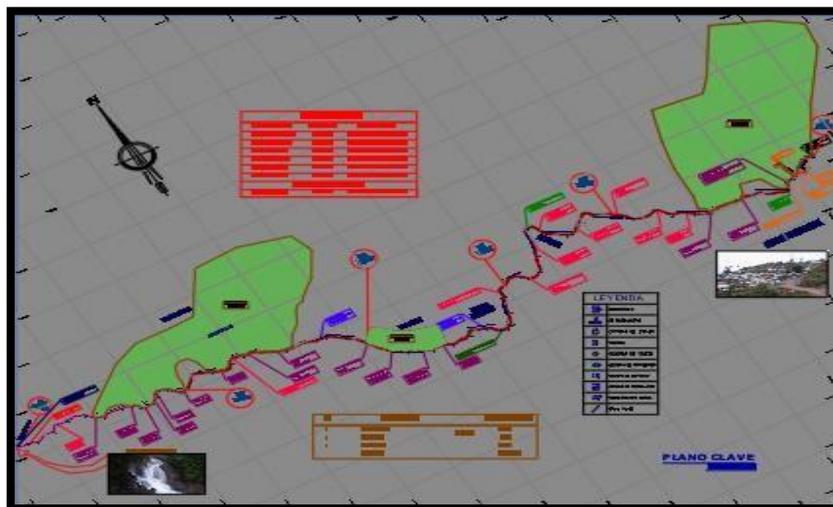
Departamento: Huancavelica

Provincia: Tayacaja

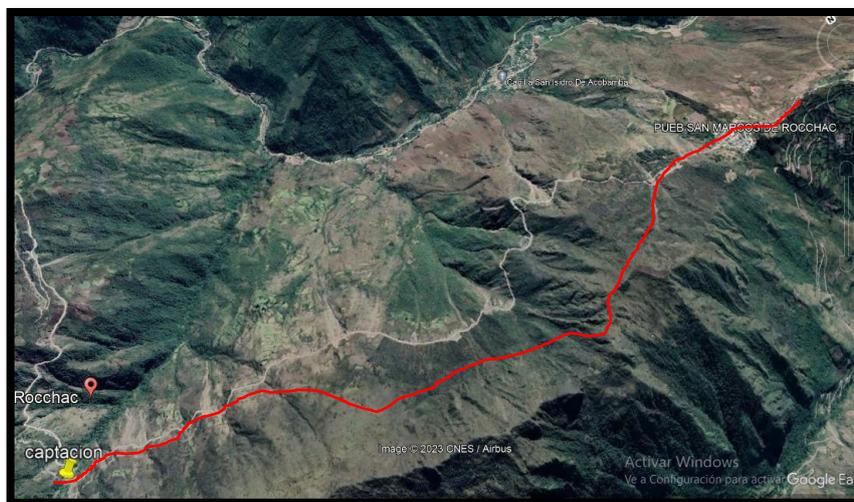
Distrito: Rocchac

“Las quebradas de aporte se ubican en la parte alta de la localidad de Rocchac. Los manantiales naturales se forman debido a las precipitaciones estacionales que posteriormente se infiltran y se juntan por medio de las líneas de flujo de las quebradas y generan manantiales”.

“En las figuras se puede apreciar la ubicación de la microcuenca Chahuas la ubicación de la captación que abastece de agua de la localidad de Rocchac”.



“Figura 24. “Ubicación de la microcuenca Chahuas”



“Figura 25. “Ubicación de la captación”

“Del mismo modo, es necesario mencionar que la localidad de Rocchac, se caracteriza como una zona pobre debido a los bajos ingresos de los agricultores, el limitado acceso de los servicios de extensión agrícola y pecuaria”.

“Los cultivos agrícolas que más resaltan son la papa, haba, arveja, cebada y pastos cultivados”. “La producción agrícola se desarrolla en sola temporada y se comercializan a bajos precios debido a los bajos rendimientos y la falta de aplicación de tecnologías que incrementen la calidad de los cultivos y así su precio”.

“Actualmente en la localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica cuenta con beneficiarios agrícolas con sus respectivas parcelas de cultivo”.

### 3.8.2. “Caudal de captación”

#### 3.8.2.1. “Captación superficial”

“El caudal de captación superficial se calculó por el método del flotador”. “Para el cual fue necesario determinar las medidas del canal de conducción, para posteriormente calcular el caudal”.

“En la figura, se muestra la sección del canal”; “de conducción, el cual corresponde a una sección rectangular”.

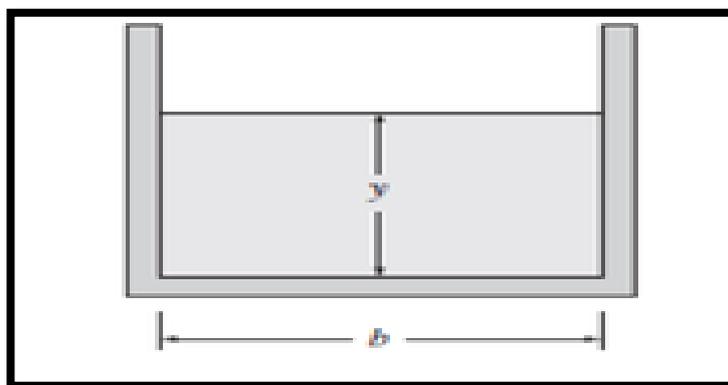


Figura 26. “Sección del canal de conducción”

“Las medidas fueron; tirante de 0.06 m, ancho de base de 0.38, con un área de 0.023 m<sup>2</sup>. Así mismo, se debe mencionar que el factor de corrección considerado fue 0.25”.

“La fórmula para el cálculo del caudal, se muestra en la siguiente línea.”

$$Q = Fc * A * (L/t)$$

**Donde:**

“**Fc**”: “Factor de corrección”

“**A**”: “Área del canal de conducción”

“**L/t**”: “velocidad del agua”.

“La tabla muestra las mediciones realizadas en el canal de conducción, donde se puede apreciar que se realizó la prueba en un tramo de 10 m, y el tiempo que le toma al flotador trasladarse en el tramo de 10 m”.

*Tabla 12. “Mediciones en el canal de conducción”*

Número de pruebas	Longitud del tramo (m)	Tiempo (seg)
1	10	15.46
2	10	15.67
3	10	15.51
4	10	15.13
5	10	15.35
6	10	15.43
7	10	15.34
8	10	15.32
9	10	15.12
10	10	15.31
<b>“TOTAL”</b>	10	153.64
<b>“TIEMPO PROMEDIO” (s)</b>		<b>15.364</b>
<b>“VELOCIDAD” (m/s)</b>		<b>0.65</b>
<b>“CAUDAL” Q (m<sup>3</sup>/s)</b>		<b>0.00371</b>
<b>“CAUDAL” Q (l/s)</b>		<b>3.71</b>

“En el anexo 5, se puede apreciar las evidencias de la medición en el canal de conducción”.

### 3.8.2.2. “Captación subterránea”

“El caudal de captación subterránea se calculó por el método volumétrico”.  
 “Para el cual fue necesario considerar un recipiente volumétrico, así como tomar las medidas del radio superior e inferior para el cálculo del volumen”. “En la siguiente línea se muestra la fórmula para el cálculo del volumen del recipiente”.

$$V = \frac{1}{3} * \pi * h(R^2 + r^2 + R * r)$$

Donde:

“h”: “Altura del recipiente” = 0.24 m

“R”: “Radio superior” = 0.113 m

“r”: “Radio inferior” = 0.10 m

$$\therefore V = 0.0086$$

$$\therefore V \cong 9 L$$

“La siguiente tabla, muestra las mediciones realizadas para determinar el caudal de captación subterránea”.

Tabla 13. “Mediciones para el caudal de captación subterránea”

Número de pruebas	Volumen (lt)	Tiempo (seg)
1	9	3.23
2	9	3.12
3	9	3.21
4	9	3.2
5	9	3.13
6	9	3.1
7	9	3.22
8	9	3.9
9	9	3.11
10	9	3.14
<b>TOTAL</b>		<b>32.36</b>
<b>Tiempo promedio (s)</b>		<b>3.24</b>
<b>Caudal (l/s)</b>		<b>3</b>

“En el anexo 6, se puede apreciar las evidencias de la medición de la captación subterránea”.

### 3.8.3. “Presión” de “sistema de riego por aspersión”

“En la tabla, se muestra el registro de presión de los aspersores en las 2 parcelas de muestra”.

*Tabla 14. “Presión de aspersores en las parcelas”*

<b>Presión (PSI)</b>	<b>Parcela 1</b>	<b>Parcela 2</b>
<b>Presión máxima</b>	30	29
<b>Presión mínima</b>	15	10

“Así mismo, se debe mencionar que la parcela 1 cuenta tiene un área de 1 704.68 m<sup>2</sup> donde se cultivan papas”. “La parcela 2 cuenta con un área de 1 094.75 m<sup>2</sup> donde se cultiva olluco y pasto”.

“En el anexo 7, se puede apreciar las evidencias de las mediciones de las presiones en los aspersores de las parcelas de cultivo en la localidad de Rocchac”.

“Por otro lado, se debe mencionar que en el anexo 8 se adjunta”; “el proyecto agropecuario e hidráulico del método de irrigación por riego que detiene” las “2 parcelas de cultivo”.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. “Presentación de resultados”

##### 4.1.1. “Caudal de una captación” superficial “y la presión en un sistema de riego por aspersión en” la localidad de Rocchac, Tayacaja, “Huancavelica”.

“La siguiente tabla, muestra la presión máxima y mínima del sistema de riego que cuenta con el abastecimiento de agua de la captación superficial que en este caso continúa su curso a través de un canal con revestimiento de concreto”.

*Tabla 15. Presiones de aspersores – captación superficial*

<b>Caudal (L/s)</b>	<b>Parcela</b>	<b>P.Máx (PSI)</b>	<b>P.Mín (PSI)</b>
<b>3.2</b>	P 1	28	13
	P 2	26	8
<b>2.9</b>	P 1	26	11
	P 2	24	7
<b>3.7</b>	P 1	30	15
	P 2	29	10

“Del mismo modo”, “en la siguiente tabla se puede apreciar la representación gráfica de la tabla anterior”.

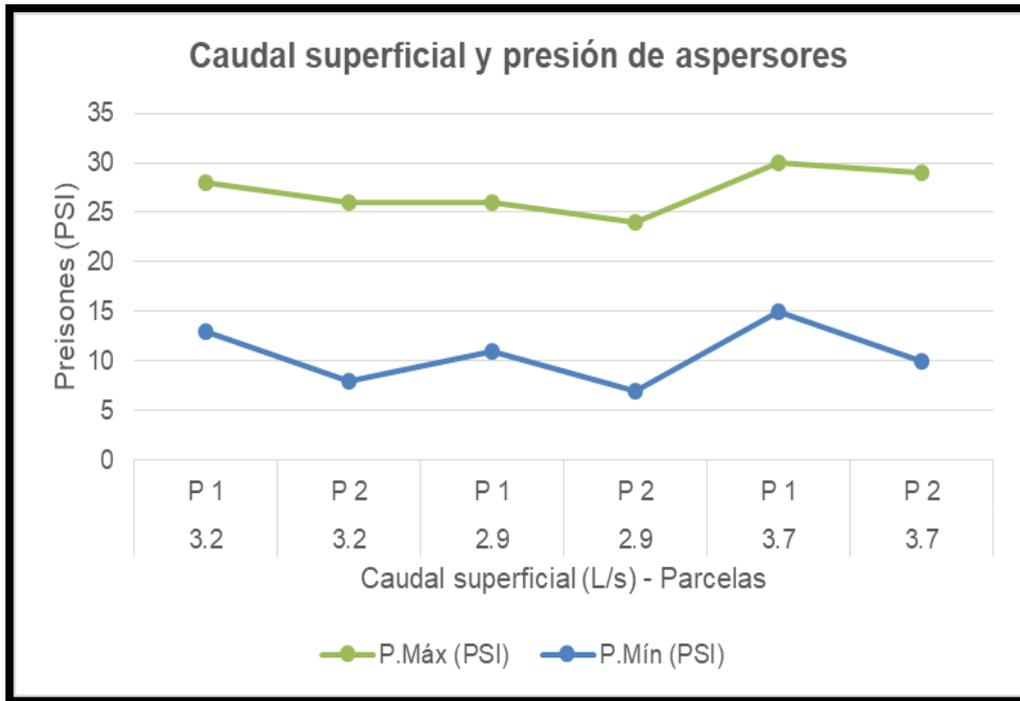


Figura 27. “Sección del canal de conducción”

**4.1.2. “Caudal de una captación” subterránea “y la presión en un sistema de riego por aspersión en” la localidad de Rocchac, Tayacaja, “Huancavelica”.**

“Referente a la captación subterránea y presión en un sistema de riego, no se pudo comprobar la existencia”; “de un sistema de riego por aspersión”; “que se abastezca de una captación subterránea”. “Por lo que se recomienda, el uso de líneas de conducción mediante mangas ya sea para”; “un sistema de riego por aspersión o goteo, ya que estas mangas permiten una mejor distribución y colocación de las tuberías para llegar a los terrenos de cultivo”.

## 4.2. “Prueba de hipótesis”

### 4.2.1. “Caudal de una captación” superficial “y la presión en un sistema de riego por aspersión en” la localidad de Rocchac, Tayacaja, “Huancavelica.”

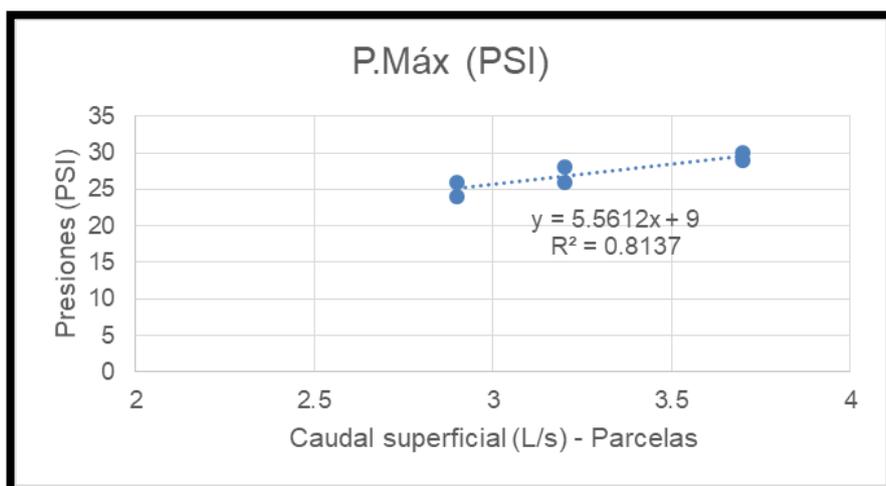
“Para la prueba de hipótesis se desarrolló la correlación de Pearson con la finalidad de obtener la relación entre el”; “caudal de una captación superficial y la presión en un sistema de riego por aspersión”.

“Las hipótesis a comprobar fueron las siguientes”.

“**H0**”: “La variación del caudal de una captación” superficial “tiene una relación directa con la presión en un sistema de riego por aspersión en la localidad de Rocchac, Tayacaja, “Huancavelica”.

“**H1**”: “La variación del caudal “de una captación” superficial tiene una relación directa con la presión en un sistema de riego por aspersión en”; “la localidad de Rocchac, Tayacaja, “Huancavelica”.

“En la siguiente figura, se puede apreciar la curva de regresión con la distribución del caudal superficial y la presión máxima del sistema de riego en las dos parcelas de estudio”.



“Figura 28. “Caudal superficial y presiones máximas – parcelas, función lineal”

“De la figura mostrada se puede deducir que el 81.37% de las presiones en las parcelas de cultivo depende del caudal de la captación superficial”.

“Así mismo, se muestra la estadística de regresión y la curva de regresión con la función que más se ajusta a la distribución de los datos obtenidos”.

Tabla 16. “Estadística de regresión – caudal superficial y presiones máximas”

<b>“Censo de retorno”</b>	
“Formula de relación”	0.903
“Relación terminado” $R^2$	0.817
$R^2$ “ajuste”	0.769
“Confusión”	1.072
“Exploración”	5

“De la estadística de regresión, se obtuvo que el coeficiente correlación múltiple fue 0.902 el cual señala una correlación muy alta”; “entre el caudal de la captación subterránea y las presiones máximas de los aspersores del sistema de riego por aspersión en” la localidad de Rocchac. “En la siguiente tabla, se muestra” el “análisis de varianza”.

Tabla 17. “Análisis de varianza – caudal superficial y presiones máximas”

	<b>“Grados de libertad”</b>	<b>“Suma de cuadrados”</b>	<b>“Promedio de los cuadrados”</b>	<b>“F”</b>	<b>“Valor crítico de” “F”</b>
“Regreso”	2	20.206	20.206	17.466	0.014
“Residuos”	4	4.628	1.157		
“Total”	5	24.833			

“Del análisis de varianza, se obtuvo que el valor crítico de F fue 0.014 menor a 0.05 (nivel de significancia) lo cual señala aceptar la hipótesis nula de que”; “la variación del caudal de una captación superficial tiene una relación

directa con la presión”; máxima del “sistema de riego por aspersión en” la localidad de Rocchac, Tayacaja, “Huancavelica”.

“Del mismo modo que se desarrolló la relación con la presión máxima, se desarrolló la relación con la presión mínima”. “Es así que”, “en la siguiente tabla, se muestra la estadística de” regresión y curva de regresión con la función que más se ajusta a la distribución de los “datos de presión mínima en el sistema de riego por aspersión”.

Tabla 18. “Estadística de regresión – caudal superficial y presiones mínimas”

<b>“Estadísticas de la regresión”</b>	
“Coeficiente de correlación múltiple”	0.521
“Coeficiente de determinación R <sup>2</sup> ”	0.271
“R <sup>2</sup> ajustado”	0.089
“Error típico”	2.874
“Observaciones”	6

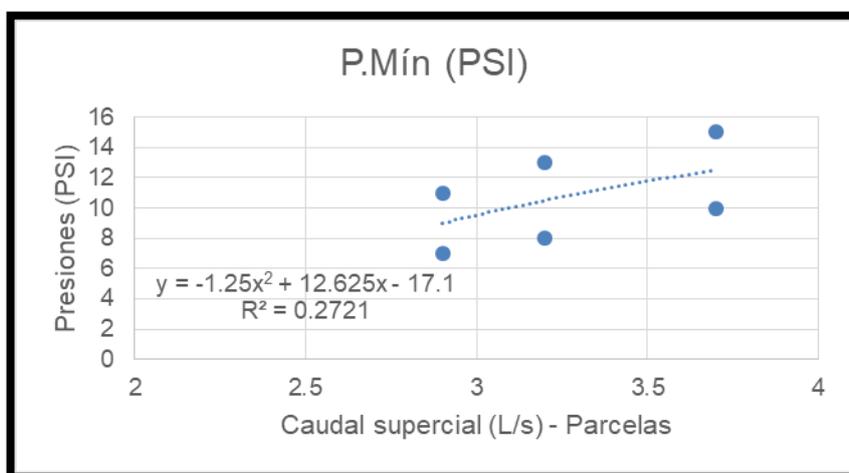


Figura 29. “Caudal superficial y presiones mínimas – parcelas, función polinómica”.

“De la estadística de regresión, se obtuvo que el coeficiente correlación múltiple fue 0.521 el cual señala una correlación moderada”, “entre el caudal de la captación” subterránea y “las presiones” mínimas de los aspersores del

“sistema de riego por aspersión” del “centro poblado de Rocchac” – Tayacaja, “Huancavelica”.

“En la siguiente tabla, se muestra el”; “análisis de varianza”.

**“Tabla” 19. “Análisis de varianza – caudal superficial y presiones mínimas”**

	<b>“Grados de libertad”</b>	<b>“Suma de cuadrados”</b>	<b>“Promedio de los cuadrados”</b>	<b>“F”</b>	<b>“Valor crítico de”; “F”</b>
“Regreso”	2	12.287	13.287	2.487	1.29
“Residuos”	4	33.046	8.261		
“Total”	5	45.333			

“Del análisis de varianza, se”; “obtuvo que el valor crítico de F” fue 0.290 “el cual es mayor a 0.05 (nivel de significancia) que señala rechazar la hipótesis nula”.

“De acuerdo a los resultados de la prueba de hipótesis”; es posible decir y afirmar “que existe relación entre el caudal de la captación” subterránea y la presión “de un sistema de riego por aspersión en” la localidad de Rocchac, Tayacaja, “Huancavelica”.

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **5.1. “Discusión de resultados”**

##### **5.1.1. “Caudal de una captación” superficial “y la presión en un sistema de riego por aspersión en” la localidad de Rocchac, Tayacaja, “Huancavelica.”**

“El caudal de la captación superficial se calculó por el método del flotador, ya que este estuvo comprendido por un canal con revestimiento de concreto, es así que se calculó por el método del flotador en un tramo de 10 m, en el cual se tomó el tiempo que le toma al flotador transcurrir dicho tramo, por lo cual el caudal de la captación superficial fue 0.00371 m<sup>3</sup>/s o su equivalente de 3.71 L/s”.

“Antes de continuar con los resultados de las mediciones de presiones en los aspersores de las dos parcelas de cultivo de la “localidad de” Rocchac, “Tayacaja, Huancavelica”, se realizó el diseño agronómico e hidráulico “del sistema de riego por aspersión”.

“Del diseño agronómico se obtuvieron láminas de riego para cada tipo de cultivo, para la papa la lámina neta fue 17.64 mm, para las habas la lámina neta fue 20.58 mm, para las arvejas la lámina neta fue 29.40 mm, para la cebada la lámina neta fue 44.10 mm y para los pastos cultivados la lámina neta fue 44.10 mm; del mismo modo se obtuvo la lámina bruta de riego de 196.00 mm, 228.67 mm, 326.67 mm, 490.00 mm y 490.00 para los cultivos mencionados respectivamente”. “Así mismo se pudo obtener la frecuencia de riego o intervalo de riego de 4 días en promedio con un tiempo de riego de 0.96 horas en promedio para los cultivos de papa”. “Para los cultivos de habas, “la frecuencia de riego del diseño fue 9 días con un tiempo de riego de 1.12 horas por día”. “Para los cultivos de arveja, la frecuencia de riego fue 13 días con un tiempo de riego de 1.61 horas al día”. “Para los cultivos de cebada, la frecuencia de riego fue 89 días con un tiempo de riego de 2.46 horas por día. Para los pastos cultivados la frecuencia de riego fue 42 días con un tiempo de riego de 1.73 horas por día”.

“En cuanto al diseño hidráulico, para las dos parcelas se requiere de una captación mediante el desvío del canal superficial, así mismo se requiere de una bomba de 0.5 HP de potencia con eficiencia del 75% para ambas parcelas donde la tubería de succión presenta un diámetro de 2” (50.80 mm) y la tubería de distribución presenta un diámetro de 1” (25.40 mm) con reductores de tubería ya que el diámetro de la tubería del aspersor es de ½” (12.70 mm). Cabe mencionar que el aspersor es del tipo VYR80, con un radio de alcance de 10 a 11 m, una presión de 2 bar (equivalente a 29 PSI) y un caudal de 0.20 L/s”.

“El diseño agronómico e hidráulico” realizado en la investigación tiene como referencia la investigación realizada por Baca (2019), ya que en este antecedente “se desarrolló el diseño agronómico e hidráulico” del sistema “de

riego por aspersión” donde incluso también consideró la eficiencia de 75% para la bomba de succión y distribución”. “Sin embargo, en la investigación se consideró diferentes láminas de riego para los cultivos a diferencia de la tesis de Baca (2019) donde consideró una sola lámina de riego para todos los cultivos de un área de irrigación de 14 Ha”.

“Por otro lado, la investigación de “Núñez” (2017) desarrolló “el proyecto es el método de irrigación por riego para una superficie de 15.20 Ha” con cultivos de pasto natural y rye Grass para el cual consideró dos captaciones superficiales de canales con caudales de 1.5 L/s y 28.5 L/s, donde concluyó que la selección correcta de la infraestructura de “riego, ubicación de válvulas de control, selección de aspersor, diseño agronómico e hidráulico”; “permiten obtener óptimas operaciones del sistema de riego”. “Razón por la cual, se tuvo en cuenta este antecedente hacia el desarrollo del proyecto agropecuario e hidrológico, la selección del aspersor y la ubicación de mecanismos de inspección, hacia un buen desempeño del método de aspersión por riego”.

“En la tabla del apartado 4.1.1., se muestra la presión máxima y mínima de los aspersores en las parcelas 1 y 2 donde el caudal mostrado corresponde a las tres mediciones realizadas en el canal superficial en la localidad de Rocchac”. “Así mismo en la figura, se puede apreciar claramente que la presión máxima y mínima de las dos parcelas varían de acuerdo al caudal superficial del canal”. “También se puede deducir que cuando el caudal superficial es mayor como el de 3.7 L/s y las presiones máximas como mínimas se incrementan”. “No obstante, se debe mencionar el caso de la parcela 2 que se ubica metros más debajo de la parcela 2, donde las presiones de los aspersores fueron menores respecto a las presiones de los aspersores de la parcela 1”.

“Por lo cual se realizó la prueba de hipótesis para comprobar la hipótesis de la existencia de “correspondencia de asociarse a la diferenciación de la propiedad de una atracción” superficial “y la coacción de un método de una irrigación por riego en la localidad de Rocchac”.

“En primer lugar, se realizó la prueba de hipótesis para las presiones máximas y luego para las presiones mínimas de los aspersores en los terrenos de cultivo”.

“Respecto a la “analogía asociación de la hacienda y la atracción subterránea y las coacciones” máximas se obtuvo que el 81.37% de las presiones máximas en los aspersores dependen del caudal superficial, es decir que a mayor caudal superficial las presiones en los aspersores se incrementan como es el caso de las presiones máximas”. “Posteriormente se obtuvo la estadística de regresión y análisis de varianza, del cual se pudo determinar que existe relación muy alta entre el caudal superficial y la presión máxima de los aspersores en las dos parcelas analizadas; también se pudo determinar la relación directa del caudal superficial y presión máxima de aspersores”.

“Posteriormente se realizó la prueba de hipótesis para el caudal superficial y las presiones mínimas en los aspersores, del cual se determinó que existe relación moderada entre el caudal superficial” y “la presión mínima del sistema de riego por aspersión”. “También se pudo obtener que el 27.21% de las presiones mínimas de las parcelas dependen del caudal de la captación superficial”. “De acuerdo a los resultados obtenidos se puede deducir que la variación del caudal de la captación superficial tiene relación directa con las presiones del método de irrigación por riego de las parcelas de cultivo”.

### **5.1.2. “Caudal de una captación” subterránea “y la presión en un sistema de riego por aspersión en” la localidad de Rocchac, Tayacaja, “Huancavelica.”**

“El caudal de la captación subterránea se calculó mediante el método volumétrico, ya que el pozo subterráneo emerge de forma natural en un área cubierta de pastos que forma un canal natural para circular aguas abajo y llegar en forma de inundación a los cultivos de la zona”.

“Se pudo calcular el caudal subterráneo empleando un recipiente de 9 L de capacidad, midiendo el tiempo de llenado, por lo cual resultó un caudal de 3L/s valor cercano al caudal de la captación superficial de 3.71 L/s”.

“Referente a la captación subterránea y presión en un sistema de riego, no se pudo comprobar la existencia de un sistema de riego”; “por aspersión que se abastezca de una captación subterránea”. “Por lo mencionado anteriormente, pues el agua que emerge de forma subterránea llega a los terrenos de cultivos cercanos en forma de riego por inundación”.

“Por lo cual se recomienda, el uso de líneas de conducción mediante mangas ya sea hacia un método de irrigación por riego o goteo”, ya “que estas mangas permiten una mejor distribución y colocación de las tuberías para llegar a los terrenos de cultivo”. “Y de esta forma evitar el desperdicio de esta fuente subterránea que puede incluso abastecer de agua para el consumo humano en la localidad de Rocchac”.

## CONCLUSIONES

- “De forma general, se concluye”; “está correlación del caudal de una captación y las presiones de un método de irrigación por riego en” la localidad de Rocchac, Tayacaja, “Huancavelica”. Punto en que se logró indicar el mayor caudal en una atracción; se logran los ascendentes de influencias entre los aspersores y que estos a la vez se consiguen envolver eficiencia al espacio de irrigación.
- “En cuanto a la “correspondencia entre el caudal de una atracción” subterránea y la presión “de un método de irrigación por riego”. Se concluye que no se pudo demostrar dicha relación “digno a la falla de un método de irrigación “en alguna de las parcelas que se abastezca de una captación subterránea”.
- “En cuanto a la relación” entre el “caudal de una atracción” superficial “y la coacción en un método de irrigación por riego”. “Se concluye que existe relación directa y muy alta, ya que cuando el caudal de la captación superficial es mayor las presiones en los aspersores de las parcelas de cultivos son mayores”.

## RECOMENDACIONES

- “En general, se recomienda desarrollar más mediciones de los caudales superficiales para evaluar su incidencia en las presiones de los aspersores”. “En cuanto al caudal subterráneo se recomienda inspeccionar y evaluar la existencia de otras fuentes de agua subterráneas para evitar su desperdicio y poder emplearla en otras áreas como consumo humano o para ganadería de la zona de estudio”.
- “Referente al segundo objetivo específico del caudal de una captación subterránea y las presiones”; del sistema de riego. “Se recomienda la implementación de un sistema”; de captación subterránea con bombeo y la inclusión de una línea de conducción por medio de magas que permiten una buena distribución para abastecer a los cultivos evitando la pérdida de agua y así obtener una mejor distribución de área de riego”.
- “Referente al tercer objetivo específico del caudal de una captación superficial y las presiones”. “Se recomienda realizar más mediciones en diferentes tramos y por una serie de tiempo mayor que puede ser mensual, para obtener una mayor precisión de los caudales y presiones en los sistemas de riego que cuentan con el abastecimiento de una captación superficial”.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- "Agricultura, ". d., & Irrigaciones", P. S. (2008). "Programa de riego tecnificado. *PSI- Programa de Riego Tecnificado*", 3-15.
- "Abreu, R., & Lara, Á. (2015)". "*Análisis comparativo de canales Tradicionales vs canales revestidos con geomembrana de polietileno en secciones trapezoidales*". "Santo Domingo, República Dominicana": "Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña".
- "AGRONEGOCIOS". (25 de Julio de 2018). "*AGRONEGOCIOS*": "*Las ventajas de los sistemas de riego más usados en el mundo para los cultivos*". "Obtenido de AGRONEGOCIOS: "Las ventajas de los sistemas de riego más usados en el mundo para los cultivos": <https://www.agronegocios.co/tecnologia/cuales-son-los-tipos-de-sistemas-de-riego-para-los-cultivos-2751849>
- "Alcántara, F. (2015)". "*Modelo de geoformaciones cóncavas para recargas de agua subterránea en cabeceras de cuenca del río Jequetepeque, Cajamarca*". "Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina".
- "Allen, R., Pereira, L., Raes, D., & Smith, M. (2006)". *2Evapotranspiración del cultivo*. Roma, Italia": "Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación".
- "ANA" - "Autoridad Nacional de agua. (2015)". "*Glosario de recursos hídricos* . Obtenido de Glosario de recursos hídricos" : "[https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j.\\_180-2016-ana\\_0.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j._180-2016-ana_0.pdf)"
- "ANA" - "Autoridad Nacional del agua. (2010)". *Manual: "Criterio de diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico"*. Lima, Perú : ANA - "Autoridad Nacional del agua".
- "Aponte, N. (2013)". "*Metodología para evaluar la disponibilidad de agua para uso municipal y sus costos bajo los escenarios de cambio climático*". "México: Universidad Nacional Autónoma de México".
- "Autoridad Nacional del Agua. (2019)". "Ley de Recursos Hídricos. *Ley de Recursos Hídricos*" - "*Ley N°29338*. Lima, Perú: Autoridad Nacional del Agua".
- "Baca, C. (2019)". "*Diseño del sistema de riego por aspersión en la comunidad campesina de Rayallaqta - Andahuaylillas*" - "*Cusco*. Cusco, Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco".
- "Bernal , C. (2010)". "*Metodología de la investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales*". "Colombia".
- "Bruni, M., & Spuhler, D. (2018)". "*Sustainable Sanitation and Water Management Toolbox*". "Obtenido de bombeo de agua motorizado".
- "Caicedo, Y. (2009)". "*Medición del caudal por el método del flotador*".
- "Carchi, E. (2015)". "*Elaboración de un balance hídrico de la Cuenca del Río Machangara*". "Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca".
- "Carrasco, S. (2006)". "*Metodología de la investigación científica*. Lima, Perú: San Marcos".
- "Carrión, M. (20 de Marzo de 2020)". "*El ágora, diario del agua*". "Obtenido de El ágora, diario del agua: <https://www.elagoradiario.com/agorapedia/cuanta-agua-planeta/>"
- "Chow, V., Maidment, D., & Mays, L. (1994)". "*Hidrología aplicada*. Santafé de Bogotá, Colombia: McGraw-Hill".

- "Cruz, E., & Romero, J. (2018)". "*Análisis comparativo de los modelos lluvia-escorrentía: GR2m, Témez y Lutz -Scholz aplicados en la subcuenca del río Callazas*". Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas".
- "DGIAR" - "Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego. (2015)". "*Manual de cálculo de eficiencia para sistemas de riego*". Lima, Perú: Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego - Ministerio de Agricultura y Riego".
- "Díaz, L., & Alarcón, J. (2018)". "*2Estudio hidrológico y balance hídrico para determinar la oferta y la demanda de agua de la cuenca de la quebrada Niscota para un acueducto interveredal en Nunchía, Casanare*". Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia."
- "Dioses, F., & Zapata, R. (2017)". "*Sistema de riego tecnificado por goteo para cultivo de quinua, financiado por Fondo Contravalor Perú-Francia; en el distrito Tauripampa, provincia Yauyos, Lima 2017*". Trujillo, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego".
- "ElGamal, T., ElFetyany, M., & ElKassar, G. (2019)". "Efecto de la rehabilitación de la red de riego en la gestión del agua – estudio de caso: canal de navegación Tanta - Egipto". *Alexandria Engineering Journal*, 1215-1227".
- "FAO. (2006)". "*Estudio de riego y drenaje - evapotranspiración del cultivo*".
- "Fondo para la comunicación y la educación ambiental, A.C. (s.f.). *AGUAorg.mx*." "Obtenido de Agua en el planeta: <https://agua.org.mx/en-el-planeta/>"
- "García, Á. (2012)". "Criterios modernos para evaluación de la calidad del agua para riego. *IAH*, 27-36."
- "Garcia, D. (2019). ¿Qué es el pH? *Fonteras*."
- "Gonzales, E. (2020)". "*Comportamiento hidráulico del sistema de riego por aspersión mediante herramientas computacionales, Paras, Ayacucho 2020*". Lima, Perú: Universidad César Vallejo".
- "Güity, N. (2009)". "*Cuantificación de la oferta y demanda de agua para consumo en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano*". Zamorano, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana"
- "Hargreaves, G., & Samani, Z. (1985)". "Reference crop evapotrasnpiration from ambient air temperature".
- "Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014)". "*Métdología de la investigación* (6ta Edición ed.). México: McGraw-Hill. Recuperado el 17 de Mayo de 2019"
- "Hernández, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2014)". "*Metodología de la Investigación*". México: McFraw-Hill".
- "Huamán, J. (2016)". "*Evaluación de la capacidad de infiltración por precipitaciones, utilizando infiltrómetro de doble anillo en la zona de recarga hídrica de la Unidad Hidrográfica de Rontoccocha - Abancay, 2016*". Abancay, Perú: Universidad Tecnológica de Los Andes".
- "Iñiguez, V. (2003)". "*Balance hídrico de microcuenca de Páramo*". Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca".
- "Izabá, R., & García, D. (2018)". "Estimación de la disponibilidad hídrica superficial en la microcuenca del río Mapachá, San Lorenzo, Boaco. *Revista Científica Agua y Conocimiento*", 3(1), 23-27.
- "Jiménez, S. (18 de Mayo de 2017)". "*Hidráulica fácil*". Recuperado el 09 de Junio de 2020, de Diseño Agronómico e hidráulico de sistemas de riego presurizado: Diseño Agronómico e hidráulico de sistemas de riego presurizado"
- "Julcamoro, J. (2017)". "*Evaluación de la disponibilidad del recurso hídrico en la microcuenca del río El Tuyo en el distrito Catilluc, provincia de San Miguel - Cajamarca, 2017*". Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca".

- "Kerlinger, F., & Lee, H. (2002)". "*Investigación del comportamiento, métodos de investigación en ciencias sociales*". México, México: McGraw- Hill".
- "Lavalle, L. (2020)". "*Evaluación del sistema de riego presurizado en el cultivo de palto, aplicando el software SIGOPRAM, Centro Experimental Tumpis, Tumbes-2020*". Tumbes, Perú: Universidad Nacional de Tumbes".
- "Linsley, R., Kohler, M., & Paulus, J. (1998)". "*Hidrología para ingenieros*. México: McGraw - Hill".
- "López, P. (2004)". "Población, Muestra y Muestreo. *Punto Cero*, 09(8)".
- "Lozada, J. (2014)". "Investigación Aplicada. *Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica* , 47-50".
- "Maderey, L. (2005)". "*Principios de hidrografía: Estudio del ciclo hidrológico*". México: Universidad Autónoma de México".
- "Medina, J. (2018)". "*Sistemas de riego por aspersión*. Moquegua, Perú: Universidad José Carlos Mariátegui".
- "Mejía, E. (2005)". "*Metodología de la Investigación Científica*". Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos".
- "Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. (s.f.). *Material de Riego*". "Obtenido de Riego por aspersión":  
["https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/material-de-riego/aspersion.aspx"](https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/material-de-riego/aspersion.aspx)
- "Ministerio de Agricultura y Riego, & Programa Subsectorial de Irrigaciones. (2014)". "*Operación y Mantenimiento del Sistema de Riego por aspersión en laderas*. Lima, Perú: Ministerio de agricultura y Riego".
- "Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (s.f.). *Material de riego*. Obtenido de Riego por aspersión":  
["https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/material-de-riego/aspersion.aspx"](https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/material-de-riego/aspersion.aspx)
- "Monge, M. (5 de julio de 2016). *IAGUA*". "Obtenido de juego de presiones en riego por aspersión: <https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/juego-presiones-riego-aspersion>"
- "Nuñez, J. (2017)". "*Sistema de riego por aspersión en el sector Cascamache, distrito Huancabamba, provincia Huancabamba, región Piura*". Lima, Perú: Universidad Agraria La Molina".
- "Ordoñez, J. (2011)". "*Ciclo hidrológico*". "Obtenido de Ciclo hidrológico":  
["http://aquabook.agua.gob.ar/files/upload/contenidos/10\\_1/Ciclo\\_Hidrologico-Peru.pdf"](http://aquabook.agua.gob.ar/files/upload/contenidos/10_1/Ciclo_Hidrologico-Peru.pdf)
- "Orellana, E. (2013)". "*Diseño de experimentos aplicados en ciencias forestales y ambientales*. Huancayo, Perú: MARSANTS".
- "Palioff, C., & Gornitzky, C. (2011)". "*Sistemas de captaciones de agua en manantiales y pequeñas quebradas para la región andina*. Buenos Aires, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria".
- "Peralta, j., & Simfendorfer, C. (2001)". "*Riego por Aspersión*. Temuco, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias Centro Regional de Investigación Carillanca".
- "Pineda, J. (s.f.). *EnColombia*. Obtenido de Riego por aspersión":  
<https://encolombia.com/economia/agroindustria/agronomia/riego-por-aspersion/>
- "Pizarro, J. (2010)". "*Gestión de la demanda y oferta de agua de riego en el ámbito de la irrigación SISA-San Martín*. Trujillo, La Libertad": "Universidad Nacional de Trujillo".

- "RAE - Real Academia Española. (2005)". "*Diccionario de la lengua española*. Lima, Perú : QUEBECOR WORLD PERÚ S.A."
- "Ramakrishna, B. (1997)". "*Estrategias de extensión para el manejo integrado de cuencas: Conceptos y experiencias*. San José, Costa Ric.
- "Ramírez, M. (2018)". "*Determinación del balance hídrico y calidad del agua de la microcuenca quebrada Santa Clara para el consumo humano de la localidad Santa Clara, 2017*". "Moyobamba, Perú: Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto".
- "Riaz, W., Ahmad, Z., & Muhammad, A. (2016)". "Un enfoque de medición inteligente para medir los caudales en pequeñas salidas de riego. *Procedia Engineering*, 236-242".
- "Rocha, A. (2007)2. "*Hidráulica de tuberías y canales*". "Lima, Perú: Uuniversidad Nacional de Ingeniería".
- "Rodríguez, P. (2008)". "*Hidráulica de Canales*. Juárez, México".
- "Rosario , E. (2020)". "*Estimación de la disponibilidad hídrica superficial de la cuenca Alto Marañón, 2019*". "Huaráz, Perú: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo".
- "Sabas, C., & Paredes, D. (2009)". "Estudio de oferta y demanda hídrica en la cuenca río Barbas. *Scientia Et Technica*", 2(42), 405 - 410.  
doi:<https://doi.org/10.22517/23447214.2705>
- "Salamanca, U. d. (2010)". "*Modalidades de captación*. Salamanca, España: Universidad de Salamanca".
- "Salgado, B. (2011)". "*Disponibilidad y demanda futura del recurso hídrico, análisis del escenario A2 en una cuenca agrícola de la VI región*". "Santiago de Chile, Chile: Universidad de Chile".
- "Salvatierra, B., & Viqueira, S. (21 de diciembre de 2015)". "La presión en un sistema de riego por aspersión. España".
- "Santander. (2020)". "*Diccionario panhispánico del español jurídico*". "Madrid, España: Real Academia Española".
- "Silva, G. (2005)". "La cuenca del río Orinoco": "Visión hidrográfica y balance hídrico. 46(1)".
- "SIRHC". (s.f.). *SIRHC "Hidráulica y Construcción"*. "Obtenido de Aspersores gigantes: <http://hidraulicayconstrucciones.com.mx/canon.php>"
- "Stauffer, B., & Spuhler, D. (2020)". "Captación de ríos, lagos y embalses (reservorios)". "*Sustainable sanitation and water management toolbox*".
- "Tapia, D. (2014)". "*Manual de diseño de Sistemas de Riego Tecnificado*". "Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador".
- "Tello, P., & Sánchez, F. (2016)". "*Estudio hidrológico y diseño hidráulico de obras de captación y conducción para la implementación de un nuevo sistema de riego en una tierra de cultivo para palta en el Distrito de Lauricocha de la Provincia de Huanta - Departamento de Ayacucho*". "Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas2.
- "UNESCO. (1979)". "*Balance hídrico mundial y recursos hidraulicos de la tierra*. España: Cebtro de Estudios Hidrográficos de España".
- "USGS . (7 de Octubre de 2019)". "*El ciclo del agua*. Obtenido de El ciclo del agua": "[https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/el-ciclo-del-agua-water-cycle-spanish?qt-science\\_center\\_objects=0#qt-science\\_center\\_objects](https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/el-ciclo-del-agua-water-cycle-spanish?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects)"
- "Valderrama, S. (2002)". "*Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación científica*. Cerro de Pasco, Perú: San Marcos."

- "Valdivieso, A. (s.f.). *IAGUA*". "Obtenido de ¿Cómo funciona el riego por aspersión?: <https://www.iagua.es/respuestas/como-funciona-riego-aspersion>"
- "VALENZUELA, A. (1988)". "Componente Nacional: Capacitación y Difusión de Tecnologías de Riego". "*Estudio comparativo de eficiencia de riego*. Chile: Universidad de Concepción".
- "Villón, M. (2005)". "*Diseño de estructuras hidráulicas*. Lima, Perú: Editorial Villón".
- "Villón, M. (2008)". "*Hidráulica de canales*. Lima, Perú: Editorial Villón".
- "Vorhauer, C., & Hamlett, J. (1996)". GIS: "A Tool for Siting Small Farm Ponds. 51(5)".
- Wikipedia. (2015). "*Evapotranspiración*". Recuperado el 25 de Agosto de 2020", de "Evapotranspiración: <https://es.wikipedia.org/wiki/Evapotranspiraci%C3%B3n>"

**“ANEXOS”**

## Anexo 1: “MATRIZ DE CONSISTENCIA”

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p><b>Problema general:</b></p> <p>¿Cómo determinar el caudal de una captación y la presión de un sistema de riego por aspersión en la localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica?</p>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>“Determinar el caudal de una captación y la presión en un sistema de riego por aspersión en la localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica”.</p>	<p><b>Antecedente internacional:</b></p> <p>“Según Riaz, Ahmad y Muhammad” (2016) en el artículo de investigación “Un enfoque de medición inteligente para medir los caudales en pequeñas salidas de riego”. “El objetivo fue, medir la descarga en una salida utilizando un medidor de agua inteligente inalámbrico de baja potencia”. El método de investigación fue científico, con diseño no experimental”. “La población estuvo delimitada por la cuenca del Indo con un área de 45 millones de acres de tierra agrícola, en Pakistán”. “Llegaron a la conclusión de que, se puede realizar una medición exitosa del caudal de pequeños cursos de agua y la estimación del estado de los canales; la solución propuesta es viable para la medición del flujo continuo, es por ello que se puede implementar un prototipo de bajo costo en un canal abierto”.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>“La variación del caudal de una captación tiene una relación directa con la presión en un sistema de riego por aspersión en la localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica”.</p>	<p><b>“Variable 1: Caudal de una captación”</b></p> <p><u>Dimensiones:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• “Caudal de una captación superficial”</li> <li>• “Caudal de una captación subterránea”</li> </ul>	<p><b>“Método”:</b> “Científico”  <b>Tipo:</b> “Aplicada”  <b>Nivel:</b> “Correlacional”  <b>Diseño:</b> “No experimental”</p> <p><b>“Población”:</b> “Compuesta por todas las parcelas de cultivo que cuentan con el sistema de riego por aspersión, en la localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica”.</p>
<p><b>Problemas específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo determinar el caudal de “una captación superficial y la presión de un sistema de riego por aspersión en” la localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica?</li> <li>• ¿De qué manera interviene el caudal de una captación subterránea y la presión de un sistema de riego por aspersión en la localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica?</li> </ul>	<p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• “Determinar el caudal de una captación superficial “y la presión en un sistema de riego por aspersión en” la localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica”.</li> <li>• “Determinar el caudal de una captación subterránea y la presión en un sistema de riego por aspersión en la localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica”.</li> </ul>	<p><b>Antecedente nacional:</b></p> <p>“Según Gonzales” (2020) “para optar el título profesional de Ingeniero civil sustentó la tesis” “Comportamiento hidráulico del “sistema de riego por aspersión mediante herramientas computacionales, Paras, Ayacucho 2020”. “El” “objetivo general fue, determinar el cambio del comportamiento hidráulico del” sistema de riego por aspersión mediante herramientas computacionales”. “El método de la investigación fue científico, con “diseño no experimental”. “La población estuvo compuesta” por los 13 sistemas de riego por aspersión del distrito Paras, Ayacucho”. “Llegó a la conclusión de que, los cambios del “comportamiento hidráulico de las presiones del turno I y turno II presentan presiones menores en campo y en el diseño en los” “programas WaterCad y Epanet”.</p>	<p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• “La variación del caudal de una captación superficial tiene una relación directa con la presión en un sistema de riego por aspersión en la localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica”.</li> <li>• “La variación del caudal de una captación subterránea tiene una relación directa con la presión en un sistema de riego por aspersión en la localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica”.</li> </ul>	<p><b>“Variable 2: Presión en un sistema de riego por aspersión”</b></p> <p><u>Dimensiones:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• “Presión máxima”</li> <li>• “Presión mínima”</li> </ul>	<p><b>“Muestra”:</b> “Delimitada por 2 parcelas de cultivo pertenecientes a la localidad de Rocchac, que tengan incorporado el sistema de riego por aspersión”.</p> <p><b>“Técnicas e instrumentos de recolección de datos:</b> Observación directa, análisis de documentos y trabajo en gabinete”.</p> <p><b>“Técnicas de procesamiento de datos:</b> Microsoft Excel y SPSS”.</p>
		<p><b>Marco teórico referencial:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Captación</li> <li>• Tipos de captaciones</li> <li>• Caudal</li> <li>• Sistemas de riego tecnificado</li> <li>• Sistemas “de riego por aspersión”</li> <li>• Presión “en un sistema de riego por aspersión”</li> </ul>			

“Anexo 2”: “Vista aérea de La Localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica”.



“Anexo 3”: “Fotografía de captación de la localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica”.





**“Anexo 5”:**” Mediciones en el canal de conducción en la localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica”.



**“Anexo 6”:** “Mediciones de la captación subterránea en la localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica”.





**“Anexo 7”:** “Mediciones de la presión de aspersores en las parcelas de cultivo en la localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica”.

1. “Parcela”



## 2. "Parcela"



**“Anexo 8”:** “Sistema de riego por aspersión en la localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica”.

1. “Diseño agronómico”

- “Características del clima”

“La tabla muestra la temperatura máxima y mínima, humedad relativa, velocidad del viento, horas de sol y precipitación”.

Tabla 20. “Características del clima”

Mes	Temp. mín. (°C)	Temp. Máx. (°C)	Humedad (%)	Velocidad del viento (Km/día)	Horas de sol (h)	Precipitación (mm)
Enero	1.1	17.4	78	140	8	17.8
Febrero	-3.1	18.2	71	162	9	13.6
Marzo	-0.2	16.1	73	184	6	21.8
Abril	1.8	15.4	80	214	7	14.4
Mayo	-4.9	16.3	78	201	7	17.2
Junio	-3.9	18.1	72	168	7	3.1
Julio	-7.3	17.6	61	165	7	1.4
Agosto	-5.2	18.2	67	165	8	9.5
Setiembre	-3	14.3	65	170	9	18.3
Octubre	-1	20.6	66	170	9	9
Noviembre	-1.4	18.4	68	184	8	24.1
Diciembre	-0.1	19.3	40	132	4	8.2

- “Precipitación efectiva”

“La precipitación efectiva de la zona de estudio también se obtuvo por medio del programa Cropwat”.

Figura 30. “Precipitación efectiva en la localidad de Rocchac, Tayacaja, Huancavelica”.

	Rain	Eff rain
	mm	mm
<b>January</b>	17.4	16.9
<b>February</b>	13.2	12.9
<b>March</b>	21.4	20.7
<b>April</b>	14.4	14.1
<b>May</b>	17.9	17.4
<b>June</b>	3.3	3.3
<b>July</b>	1.3	1.3
<b>August</b>	9.7	9.5
<b>September</b>	19.2	18.6
<b>October</b>	9.5	9.4
<b>November</b>	24.5	23.5
<b>December</b>	8.8	8.7
<b>Total</b>	<b>160.6</b>	<b>156.3</b>

- “Datos de los cultivos”

“En la siguiente tabla, se muestra el coeficiente de los cultivos del centro poblado de Rocchac – Tayacaja, Huancavelica”.

Tabla 21. “Datos de los cultivos”

Cultivos	Kci	Kcm	Kcf	Kj
“Papa”	1	1	1	1.1
“Haba”	0.49	1.11	1.1	0.58
“Arveja”	0.58	1.15	1.1	0.41
“Cebada”	0.1	1.02	0.4	0.21
“Pastos cultivados”	0.4	0.85	0.85	0.18

- “Evapotranspiración de los cultivos”

“En la tabla se muestra la evapotranspiración potencial de los cultivos”.

Tabla 22. “Datos de los cultivos”

Cultivos	Kj	Eto (mm/día)	Etp (mm/día)
“Papa”	1.1	3.67	4.04
“Haba”	0.63	3.67	2.32
“Arveja”	0.63	3.67	2.32
“Cebada”	0.14	3.67	0.51
“Pastos cultivados”	0.29	3.67	1.06

- “Características del terreno de cultivo”

“La tabla presenta las características del terreno de cultivo, donde se debe mencionar que el suelo del terreno es franco arenoso por lo que la densidad aparente correspondiente fue 1.50 Ton/m<sup>3</sup>. Así mismo se muestra la profundidad radicular de los cultivos”.

Tabla 23. Características del terreno de cultivo

Datos:	Unidad	Cantidad
“Capacidad de campo”	%	23
“Punto de marchitez”	%	9
“Eficiencia de aplicación”	%	75
“Coeficiente de agotamiento”	%	14
“Velocidad de infiltración”	mm/hr	18

<b>“Jornada de trabajo”</b>	hr/día	10
<b>“Densidad aparente”</b>	ton/m <sup>3</sup>	1.5
<b>“Profundidad radicular – papa”</b>	m	0.6
<b>“Profundidad radicular – haba”</b>	m	0.7
<b>“Profundidad radicular – arveja”</b>	m	1
<b>“Profundidad radicular – cebada”</b>	m	1.5
<b>“Profundidad radicular - pastos cultivados”</b>	m	1.5

- “Lámina neta y bruta de riego”

“En la siguiente tabla, se muestra la lámina neta y bruta de riego de los cultivos del centro de Rocchac – Tayacaja, Huancavelica”.

Tabla 24. “Lámina neta y bruta de riego”

<b>Cultivos</b>	<b>CC (%)</b>	<b>PM (%)</b>	<b>Da (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>DT (%)</b>	<b>Pr (cm)</b>	<b>Lneto (mm)</b>	<b>Lbruto (mm)</b>
<b>“Papa”</b>	23	9	1.5	14	60	17.64	196
<b>“Haba”</b>	23	9	1.5	14	70	20.58	228.67
<b>“Arveja”</b>	23	9	1.5	14	100	29.4	326.67
<b>“Cebada”</b>	23	9	1.5	14	150	44.1	490
<b>“Pastos cultivados”</b>	23	9	1.5	14	150	44.1	490

- “Requerimiento de riego de los cultivos”
  - “Papa”

“Tabla 25. Requerimiento de riego – papa”

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
“ETo” (mm/día)	2.8	2.86	3.21	276	2.55	2.74	3	3.48	3.66	4.15	4.31	4.58
“Precip. Efectiva” (mm/día)	0.52	0.32	0.54	0.38	0.41	0.07	0.03	0.78	0.84	0.5	0.82	0.56
“Kc”	1.12	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
“ETc” (mm/día)	4.21	4.21	3.58	3.21	3.22	3.15	3.25	3.15	4.21	4.45	4.78	5
“Velocidad de infiltración” (mm/hr)	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
“Lámina neta” (mm/día)	16.63	16.64	16.64	16.64	16.64	16.64	16.64	16.64	16.64	16.64	16.64	16.64
“Eficiencia de aplicación”	0.70	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
“Lámina bruta” (mm/día)	193	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195
“Intervalos entre riegos” (días)	4.18	4.15	4.91	5.32	5.35	5.48	5.19	4.38	4	3.61	3.28	3.38
“Tiempo de riego” (hrs)	0.91	0.94	0.91	0.95	0.95	0.96	0.97	0.96	0.95	0.92	0.94	0.91

- “Haba”

“Tabla 26. “Requerimiento de riego – haba”

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
“ET <sub>o</sub> ” (mm/día)	3.88	3.86	3.23	2.99	2.97	2.91	3.03	3.61	3.98	4.41	4.46	4.7
“Precip. Efectiva” (mm/día)	0.55	0.46	0.67	0.47	0.56	0.11	0.04	0.31	0.62	0.3	0.78	0.28
“K <sub>c</sub> ”	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63
“ET <sub>c</sub> ” (mm/día)	2.45	2.44	2.04	1.89	1.88	1.84	1.92	2.28	2.52	2.79	2.82	2.97
“Velocidad de infiltración” (mm/hr)	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
“Lámina neta” (mm/día)	20.58	20.58	20.58	20.58	20.58	20.58	20.58	20.58	20.58	20.58	20.58	20.58
“Eficiencia de aplicación”	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
“Lámina bruta” (mm/día)	228.67	228.67	228.67	228.67	228.67	228.67	228.67	228.67	228.67	228.67	228.67	228.67
“Intervalos entre riegos” (días)	8.39	8.43	10.07	10.88	10.96	11.18	10.74	9.01	8.18	7.38	7.3	6.92
“Tiempo de riego” (hrs)	1.11	1.12	1.11	1.12	1.11	1.14	1.14	1.13	1.11	1.13	1.1	1.13

- “Arveja”

“Tabla 27. Requerimiento de riego – arveja”

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
“ET <sub>o</sub> ” (mm/día)	3.88	3.86	3.23	2.99	2.97	2.91	3.03	3.61	3.98	4.41	4.46	4.7
“Precip. Efectiva” (mm/día)	0.55	0.46	0.67	0.47	0.56	0.11	0.04	0.31	0.62	0.3	0.78	0.28
K <sub>c</sub>	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63
“ET <sub>c</sub> ” (mm/día)	2.45	2.44	2.04	1.89	1.88	1.84	1.92	2.28	2.52	2.79	2.82	2.97
“Velocidad de infiltración” (mm/hr)	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
“Lámina neta” (mm/día)	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4
“Eficiencia de aplicación”	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
“Lámina bruta” (mm/día)	326.67	326.67	326.67	326.67	326.67	326.67	326.67	326.67	326.67	326.67	326.67	326.67
“Intervalos entre riegos” (días)	11.98	12.04	14.39	15.55	15.65	15.97	15.34	12.88	11.68	10.54	10.42	9.89
“Tiempo de riego” (hrs)	1.6	1.61	1.6	1.61	1.6	1.63	1.63	1.62	1.6	1.62	1.59	1.62

- “Cebada”

“Tabla 28. Requerimiento de riego – cebada”

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
“ETo” <sup>2</sup> (mm/día)	3.88	3.86	3.23	2.99	2.97	2.91	3.03	3.61	3.98	4.41	4.46	4.7
“Precip. Efectiva” (mm/día)	0.55	0.46	0.67	0.47	0.56	0.11	0.04	0.31	0.62	0.3	0.78	0.28
“Kc”	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
ETc (mm/día)	0.54	0.53	0.45	0.41	0.41	0.4	0.42	0.5	0.55	0.61	0.62	0.65
“Velocidad de infiltración” (mm/hr)	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
“Lámina neta” (mm/día)	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1
“Eficiencia de aplicación”	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
“Lámina bruta” (mm/día)	490	490	490	490	490	490	490	490	490	490	490	490
“Intervalos entre riegos” (días)	82.36	82.79	98.94	106.88	107.6	109.82	105.47	88.52	80.29	72.46	71.65	67.99
“Tiempo de riego” (hrs)	2.42	2.42	2.41	2.42	2.42	2.44	2.45	2.43	2.42	2.43	2.41	2.43

- “Pastos cultivados”

“Tabla 29. Requerimiento de riego – pastos cultivados”

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
“ET <sub>o</sub> ” (mm/día)	3.88	3.86	3.23	2.99	2.97	2.91	3.03	3.61	3.98	4.41	4.46	4.7
“Precip. Efectiva” (mm/día)	16.9	12.9	20.7	14.1	17.4	3.3	1.3	9.5	18.6	9.4	23.5	8.7
“K <sub>c</sub> ”	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
ET <sub>c</sub> (mm/día)	1.12	1.12	0.93	0.86	0.86	0.84	0.88	1.04	1.15	1.27	1.29	1.36
“Velocidad de infiltración” (mm/hr)	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
“Lámina neta” (mm/día)	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1
“Eficiencia de aplicación”	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
“Lámina bruta” (mm/día)	490	490	490	490	490	490	490	490	490	490	490	490
“Intervalos entre riegos” (días)	39.33	39.53	47.24	51.04	51.38	52.44	50.36	42.27	38.34	34.6	34.21	32.47
“Tiempo de riego” (hrs)	1.51	1.73	1.3	1.67	1.48	2.27	2.38	1.92	1.42	1.93	1.14	1.97

## 2. "Diseño hidráulico"

"Área: 1 504.68 m<sup>2</sup>"

"Propietario: RONQUE DE LA CRUZ , MIGUEL"

### I. "Sistema de succión"

#### 1. "Caudal y velocidad"

\* "Caudal"

$$Q = 0.0002 \text{ m}^3/\text{s}$$

\* "Velocidad"

$$D_{\text{tub}} = 50.80 \text{ mm}$$

$$Q = A * v$$

$$0.0002 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = \frac{\pi}{4} * \left(\frac{50.80}{1000}\right)^2 * v$$

$$v = 0.099 \text{ m/s}$$

#### 2. "Altura estática de succión" (hes)

$$hes = 1.40 \text{ m}$$

#### 3. "Rugosidad"

$$\varepsilon = 0.0001 \text{ mm} = 10^{-6} \text{ m}$$

#### 4. "Viscosidad cinemática" ( $\theta$ )

$$T = 11^\circ \text{C}$$

$$\theta = 1.274 * 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

#### 5. "Rugosidad relativa" (Rr)

$$Rr = \frac{\varepsilon}{d_{\text{sec}}} = \frac{10^{-6} \text{ m}}{0.0508 \text{ m}}$$

$$Rr = 1.969 * 10^{-5}$$

#### 6. "Número de Reynolds" (Re)

$$Re = \frac{v * d_{\text{sec}}}{\theta}$$

$$Re = \frac{0.099 * 0.0508}{1.274 * 10^{-6}} = 3.947 * 10^3$$

#### 7. "Coeficiente de fricción" ( $\lambda$ )

$$\lambda = \frac{0.25}{\frac{Rr}{5.74} \sqrt{\log(3.7 + Re^{0.9})}} = 0.041$$

#### 8. "Pérdidas por fricción" (hfs)

$$h_{fs} = \frac{\lambda * L * v^2}{d_{\text{sec}} * 2g}$$

$$hfs = 0.0013 \text{ m}$$

9. "Pérdidas de carga por velocidad" (hvs)

$$hvs = \frac{v^2}{2g}$$

$$hvs = 0.0005 \text{ m}$$

10. "Pérdida de carga por accesorios (has)"

"Válvula pie"  $K = 0.08$

"Unión universal"  $K = 0.08$

"Codo 90°"  $K = 0.60$

"Reducción"  $K = 1.00$

"Filtro"  $K = 1.50$

$$has = \sum K * \frac{v^2}{2g}$$

$$has = 0.00163 \text{ m}$$

11. "Pérdida total por succión" (hs)

$$hs = hes + hfs + hvs + has$$

$$hs = 1.403 \text{ m}$$

## II. "Sistema de descarga"

1. "Caudal y velocidad"

\* "Caudal"

$$Q = 0.0002 \text{ m}^3/\text{s}$$

\* "Velocidad"

$$Dtub = 25.40 \text{ mm}$$

$$Q = A * v$$

$$0.0002 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = \frac{\pi}{4} * \left(\frac{25.40}{1000}\right)^2 * v$$

$$v = 0.395 \text{ m/s}$$

2. "Rugosidad"

$$\varepsilon = 0.0001 \text{ mm} = 10^{-6} \text{ m}$$

3. "Viscosidad cinemática" ( $\theta$ )

$$T = 11^\circ \text{C}$$

$$\theta = 1.274 * 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

4. "Rugosidad relativa" (Rr)

$$Rr = \frac{\varepsilon}{dsec} = \frac{10^{-6} \text{ m}}{0.0254 \text{ m}}$$

$$Rr = 3.937 * 10^{-5}$$

5. "Número de Reynolds" (Re)

$$Re = \frac{v * d_{sec}}{\theta}$$
$$Re = \frac{0.395 * 0.0254}{1.274 * 10^{-6}} = 7.875 * 10^3$$

6. "Coeficiente de fricción" ( $\lambda$ )

$$\lambda = \frac{0.25}{\left[ \log \left( 3.7 + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2} = 0.033$$

7. "Pérdidas por fricción" (hfs)

$$h_{fs} = \frac{\lambda * L * v^2}{d_{sec} * 2g}$$
$$h_{fs} = 2.467 \text{ m}$$

8. "Pérdidas de carga por velocidad" (hvs)

$$h_{vs} = \frac{v^2}{2g}$$
$$h_{vs} = 0.0080 \text{ m}$$

9. "Pérdida de carga por accesorios (has)"

"Ampliación"	$K = 1.00$
"Codo 90°"	$K = 0.60 * 2 = 1.20$
"Válvula check"	$K = 2.40$
"Válvula globo"	$K = 18$
"Válvula paso"	$K = 0.2 * 4 = 0.8$

$$h_{as} = \sum K * \frac{v^2}{2g}$$
$$h_{as} = 0.186 \text{ m}$$

10. "Altura estática de descarga" (heD)

$$P_{asp} = 2 \text{ bar} * \frac{10.197 \text{ mm}_{H2O}}{1 \text{ bar}} = 20.394 \text{ mm}_{H2O}$$
$$h_{eD} = 1.5 + 20.394 = 21.894 \text{ m}$$

11. "Pérdida total por descarga" (hD)

$$h_D = h_{fs} + h_{vs} + h_{as} + h_{eD}$$
$$h_D = 24.555$$

### III. "Selección de la bomba"

1. "Altura de la bomba"

$$H_B = h_s + h_D$$

$$H_B = 25.958 \text{ m}$$

\* "Potencia de la bomba" (n) =75%

2. "Potencia de la bomba"

$$P_B = \rho * g * Q * H_B$$

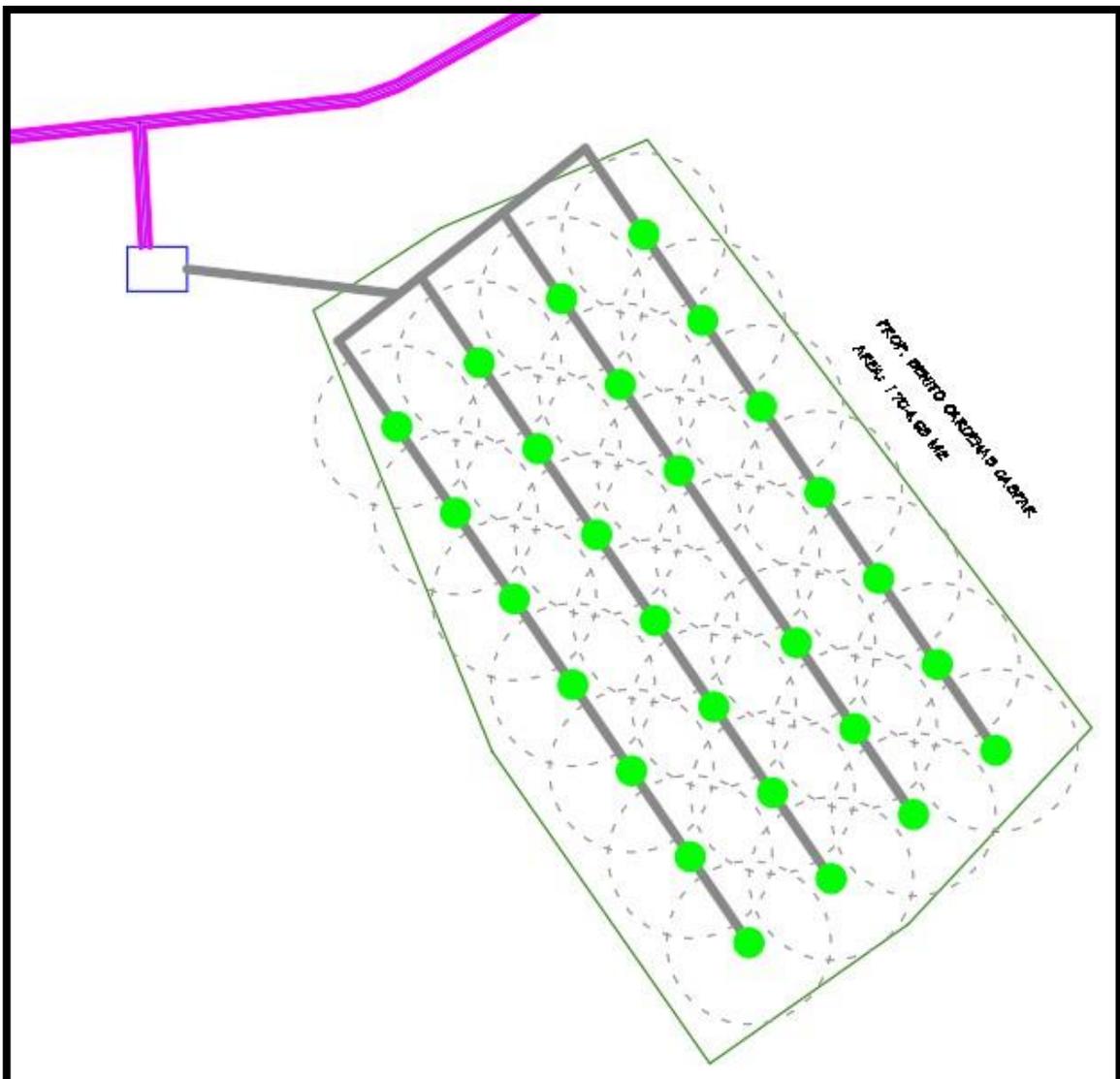
$$P_B = 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 0.0002 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 25.958 \text{ m}$$

$$P_B = \frac{50.930 \text{ w}}{0.75} = 67.91 \text{ w}$$

$$P_B = 0.091 \text{ HP}$$

$$P_B \cong 0.5 \text{ HP}$$

"En la figura, se puede apreciar la distribución de los aspersores en el terreno de 1 704.68 m<sup>2</sup> que se denominó parcela 1".



“Área”: “1 014.75 m<sup>2</sup>”

“Propietario: SOTELO ARTEAGA, MARTHA”

### I. “Sistema de succión”

#### 1. “Caudal y velocidad”

\* “Caudal”

$$Q = 0.0002 \text{ m}^3/\text{s}$$

\* “Velocidad”

$$D_{\text{tub}} = 50.80 \text{ mm}$$

$$Q = A * v$$

$$0.0002 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = \frac{\pi}{4} * \left(\frac{50.80}{1000}\right)^2 * v$$

$$v = 0.099 \text{ m/s}$$

#### 2. “Altura estática de succión” (hes)”

$$hes = 1.40 \text{ m}$$

#### 3. “Rugosidad”

$$\varepsilon = 0.0001 \text{ mm} = 10^{-6} \text{ m}$$

#### 4. “Viscosidad cinemática” ( $\theta$ )

$$T = 11^\circ \text{C}$$

$$\theta = 1.274 * 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

#### 5. “Rugosidad relativa” (Rr)

$$Rr = \frac{\varepsilon}{d_{\text{sec}}} = \frac{10^{-6} \text{ m}}{0.0508 \text{ m}}$$

$$Rr = 1.969 * 10^{-5}$$

#### 6. “Número de Reynolds” (Re)

$$Re = \frac{v * d_{\text{sec}}}{\theta}$$

$$Re = \frac{0.099 * 0.0508}{1.274 * 10^{-6}} = 3.947 * 10^3$$

#### 7. “Coeficiente de fricción” ( $\lambda$ )

$$\lambda = \frac{0.25}{\frac{Rr}{5.74} \sqrt{\log(3.7 + Re^{0.9})}} = 0.041$$

#### 8. “Pérdidas por fricción” (hfs)

$$hfs = \frac{\lambda * L * v^2}{d_{\text{sec}} * 2g}$$

$$hfs = 0.0013 \text{ m}$$

9. "Pérdidas de carga por velocidad" (hvs)

$$hvs = \frac{v^2}{2g}$$

$$hvs = 0.0005 \text{ m}$$

10. "Pérdida de carga por accesorios" (has)

"Válvula pie"  $K = 0.08$

"Unión universal"  $K = 0.08$

"Codo 90°"  $K = 0.60$

"Reducción"  $K = 1.00$

"Filtro"  $K = 1.50$

$$has = \sum K * \frac{v^2}{2g}$$

$$has = 0.00163 \text{ m}$$

11. "Pérdida total por succión" (hs)

$$hs = hes + hfs + hvs + has$$

$$hs = 1.403 \text{ m}$$

## II. "Sistema de descarga"

1. "Caudal y velocidad"

\* "Caudal"

$$Q = 0.0002 \text{ m}^3/\text{s}$$

\* "Velocidad"

$$Dtub = 25.40 \text{ mm}$$

$$Q = A * v$$

$$0.0002 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = \frac{\pi}{4} * \left(\frac{25.40}{1000}\right)^2 * v$$

$$v = 0.395 \text{ m/s}$$

2. "Rugosidad"

$$\varepsilon = 0.0001 \text{ mm} = 10^{-6} \text{ m}$$

3. "Viscosidad cinemática" ( $\theta$ )

$$T = 11^\circ \text{C}$$

$$\theta = 1.274 * 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

4. "Rugosidad relativa" (Rr)

$$Rr = \frac{\varepsilon}{dsec} = \frac{10^{-6} \text{ m}}{0.0254 \text{ m}}$$

$$Rr = 3.937 * 10^{-5}$$

5. "Número de Reynolds" (Re)

$$Re = \frac{v * d_{sec}}{\theta}$$

$$Re = \frac{0.395 * 0.0254}{1.274 * 10^{-6}} = 7.875 * 10^3$$

6. "Coeficiente de fricción" ( $\lambda$ )

$$\lambda = \frac{0.25}{\frac{Rr}{5.74} * Re^{0.9}} = 0.033$$

7. "Pérdidas por fricción" (hfs)

$$h_{fs} = \frac{\lambda * L * v^2}{d_{sec} * 2g}$$

$$h_{fs} = 2.208 \text{ m}$$

8. "Pérdidas de carga por velocidad" (hvs)

$$h_{vs} = \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{vs} = 0.0080 \text{ m}$$

9. "Pérdida de carga por accesorios (has)"

"Ampliación"  $K = 1.00$

"Codo 90°"  $K = 0.60 * 2 = 1.20$

"Válvula check"  $K = 2.40$

"Válvula globo"  $K = 18$

"Válvula paso"  $K = 0.2 * 4 = 0.8$

$$h_{as} = \sum K * \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{as} = 0.186 \text{ m}$$

10. "Altura estática de descarga" (heD)

$$P_{asp} = 2 \text{ bar} * \frac{10.197 \text{ mm}_{H_2O}}{1 \text{ bar}} = 20.394 \text{ mm}_{H_2O}$$

$$h_{eD} = 1.5 + 20.394 = 21.894 \text{ m}$$

11. "Pérdida total por descarga" (hD)

$$h_D = h_{fs} + h_{vs} + h_{as} + h_{eD}$$

$$h_D = 24.296$$

### III. "Selección de la bomba"

1. "Altura de la bomba"

$$H_B = h_s + h_D$$

$$H_B = 25.699 \text{ m}$$

\* "Potencia de la bomba" (n) =75%

## 2. "Potencia de la bomba"

$$P_B = \rho * g * Q * H_B$$

$$P_B = 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 0.0002 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 25.699 \text{ m}$$

$$P_B = \frac{50.421 \text{ w}}{0.75} = 67.23 \text{ w}$$

$$P_B = 0.090 \text{ HP}$$

$$P_B \cong 0.5 \text{ HP}$$

"En la figura, se puede apreciar la distribución de los aspersores en el terreno de 1 094.75 m<sup>2</sup> que se denominó parcela 2".

