

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



**TESIS**

**SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN MEDIANTE BOMBEO DE  
AGUAS SUBTERRÁNEAS PARA LA COMUNIDAD CAMPESINA DE  
CARPAPATA - COLCABAMBA**

**PRESENTADO POR:**

Bach. Eleazar Uber Avellaneda Ponce

**Línea de investigación institucional:** Nuevas tecnologías y procesos

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

**Huancayo – Perú**

**2022**

**Mg. Henry Gustavo Pautrat Egoavil**

**Asesor**

## **DEDICATORIA**

**Dedico con todo mi corazón mi tesis a mi madre, pues sin ella no lo habría logrado. Tú bendición a diario a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el camino del bien por tu paciencia y amor madre mía te amo**

## **AGRADECIMIENTO**

**Agradezco a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, quiénes han creído en mí siempre dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio, enseñándome a valorar todo lo que tengo a todos ellos dedico el presente trabajo.**

## CONSTANCIA 148

### 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: "SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN MEDIANTE BOMBEO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS PARA LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CARPAPATA - COLCABAMBA"

Cuyo autor (a) : Eleazar Uber, Avellaneda Ponce.

Facultad : Ingeniería

Escuela Profesional : Ingeniería Civil.

Aesor (a) (es) : Mg. Henry Gustavo Pautrat Egoavil

Que, fue presentado con fecha 13.03.2023 y después de realizado el análisis correspondiente en el software de prevención de plagio Turnitin con fecha 14.03.2023; 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.

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

Huancayo 16 de Marzo 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. Javier Reynoso Oscanoa

JURADO

---

Mg. Juan Antenor Caceda Corilloclla

JURADO

---

Ing. Edmundo Muñico Casas

JURADO

---

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza

SECRETARIO DOCENTE

# ÍNDICE

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS.....	VI
ÍNDICE.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XIV
CAPÍTULO I.....	17
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	17
1.1. Planteamiento del problema.....	17
1.2. Formulación del problema.....	20
1.2.1. Problema general.....	20
1.2.2. Problemas específicos.....	20
1.3. Objetivos.....	20
1.3.1. Objetivo general.....	20
1.3.2. Objetivos específicos.....	20
1.4. Justificación.....	21
1.4.1. Justificación social.....	21
1.4.2. Justificación metodológica.....	21
CAPÍTULO II.....	22
MARCO TEÓRICO.....	22
2.1. Antecedentes.....	22
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	22
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	27
2.2. Marco conceptual.....	31
2.2.1. El riego.....	31
2.2.2. Aguas subterráneas.....	42
2.2.3. Disponibilidad de agua en el suelo para las plantas.....	44
2.2.3. Calidad del agua de riego.....	46
2.2.4. Clasificación del agua de riego Según el U.S. Salinity Laboratory.....	47
2.2.5. Demanda de agua para cultivos.....	51
2.2.6. Criterios para el diseño de riego por aspersión.....	61

2.2.7. Cálculo de tubería .....	63
2.2.8. Condiciones técnicas para el diseño de sistema de riego por aspersión.....	70
2.3. Definición de términos básicos.....	72
2.4. Hipótesis .....	74
2.4.1. Hipótesis general .....	74
2.4.2. Hipótesis específicas .....	74
2.5. Variables .....	74
2.5.1. Variable 1 .....	74
2.5.2. Variable 2 .....	75
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>77</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>77</b>
3.1. Método de investigación.....	77
3.2. Tipo de investigación .....	78
3.3. Nivel de investigación .....	78
3.4. Diseño de investigación.....	79
3.5. Población y muestra .....	79
3.5.1. Población .....	79
3.5.2. Muestra.....	79
3.6. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	80
3.7. Validación e instrumentos de recolección de datos.....	80
3.8. Procedimiento .....	81
3.8.1. Descripción del lugar de estudio .....	81
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>87</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>87</b>
4.1. Presentación de resultados .....	87
4.1.1. “Captación de agua subterránea en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba” .....	87
4.1.2. Diseño agronómico del sistema de riego por aspersión en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba .....	90
4.1.3. “Diseño hidráulico del sistema de riego por aspersión en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba” .....	93
4.2. “Prueba de hipótesis” .....	99
4.2.1. “Sistema de riego por aspersión y bombeo de agua subterránea en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba” .....	99
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>104</b>

<b>DISCUSIÓN</b> .....	104
<b>5.1. Discusión de resultados</b> .....	104
<b>5.1.1. “Captación de agua subterránea en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba”</b> .....	104
<b>5.1.2. “Diseño agronómico del sistema de riego por aspersión en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba”</b> .....	105
<b>5.1.3. “Diseño hidráulico del sistema de riego por aspersión en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba”</b> .....	107
<b>CONCLUSIONES</b> .....	111
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	112
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	113
<b>ANEXOS</b> .....	117
<b>PANEL FOTOGRÁFICO</b> .....	121

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación entre sistemas de riego .....	36
Tabla 2. Factor de evapotranspiración potencial (MF) en mm por mes .....	55
Tabla 3. Operacionalización de variables .....	76
Tabla 4. Tipos de cultivos predominantes en el C.P. Carpapata .....	84
Tabla 5. Temperatura máxima y mínima en el C.P. Carpapata .....	85
Tabla 6. Ubicación del pozo en el C.P. Carpapata .....	88
Tabla 7. Volumen, caudal y velocidad del pozo subterráneo .....	89
Tabla 8. Especificaciones del equipo de bombeo .....	90
Tabla 9. Características de riego .....	90
Tabla 10. Clima en el C.P. Carpapata .....	91
Tabla 11. Coeficiente del cultivo .....	92
Tabla 12. Datos de la tierra de cultivo .....	93
Tabla 13. Lámina neta y bruta de riego .....	93
Tabla 14. Diseño agronómico .....	93
Tabla 15. Características del área de riego .....	94
Tabla 16. Características del aspersor .....	94
Tabla 17. Eficiencia de distribución (EDa) .....	95
Tabla 18. Diámetro de tubería según el número de salidas .....	97
Tabla 19. Operación de riego final .....	99
Tabla 20. Caudal, ETc y frecuencia de riego .....	100
Tabla 21. Estadística de regresión .....	102
Tabla 22. Análisis de varianza .....	103

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Alturas de presión .....	37
Figura 2. Partes de un aspersor .....	38
Figura 3. Tipos de presiones de un aspersor .....	38
Figura 4. Componentes de un sistema de riego por aspersión.....	39
Figura 5. Sistema estacionario .....	40
Figura 6. Sistema de riego pívot.....	40
Figura 7. Sistema de riego de avance frontal .....	41
Figura 8. Sistema de riego de cañón enrollador .....	41
Figura 9. Zonas de aireación y saturación.....	43
Figura 10. Esquema para clasificar agua de riego .....	51
Figura 11. Ubicación de la región Huancavelica en el Perú.....	81
Figura 12. Provincias de la región Huancavelica.....	82
Figura 13. Distritos de la provincia Tayacaja, Huancavelica.....	82
Figura 14. Distrito de Colcabamba, Tayacaja, Huancavelica.....	83
Figura 15. Centro poblado de Carpapata, Colcabamba. ....	83
Figura 16. Pozo subterráneo del C.P. Carpapata .....	88
Figura 17. Tanques de agua del C.P. Carpapata .....	89
Figura 18. Evapotranspiración en el C.P. Carpapata.....	92
Figura 19. Precipitación efectiva en el C.P. Carpapata .....	92
Figura 20. Precipitación efectiva en el C.P. Carpapata .....	101
Figura 21. Precipitación efectiva en el C.P. Carpapata .....	102

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como problema general: ¿Qué relación existe entre el sistema de riego por aspersión y el bombeo de agua subterránea en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba?, el objetivo general fue: Determinar la relación entre el sistema de riego por aspersión y el bombeo de agua subterránea en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba, y la hipótesis general que se contrastó fue: La relación entre el sistema de riego por aspersión y el bombeo de agua subterránea en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba, es directa.

El método de la investigación fue científico, de tipo aplicada, con nivel descriptivo correlacional y diseño no experimental. La población estuvo constituida por el distrito de Colcabamba, provincia de Tayacaja, Huancavelica y la muestra estuvo constituida por la comunidad campesina de Carpapata del distrito de Colcabamba.

La conclusión principal fue que existe relación entre el sistema de riego por aspersión y el bombeo de agua subterránea; Ya que el bajo caudal del pozo subterráneo se compensa con la frecuencia de riego de los cultivos de acuerdo a los periodos de precipitación y sequía en esta parte de la sierra peruana.

**Palabras clave:** Agua subterránea, bombeo de agua, cultivos, sistema de riego por aspersión.

## ABSTRACT

The general problem of this research was: What is the relationship between the sprinkler irrigation system and groundwater pumping in the rural community of Carpapata - district of Colcabamba? "The general objective was: To determine the relationship between the sprinkler irrigation system and groundwater pumping in the rural community of Carpapata – district of Colcabamba, and the general hypothesis that was contrasted was: The relationship between the sprinkler irrigation system and groundwater pumping in the rural community of Carpapata - district of Colcabamba, is direct.

The research method was scientific, applied, with a descriptive correlational level and non-experimental design. The population was constituted by the district of Colcabamba, province of Tayacaja, Huancavelica and the sample was constituted by the peasant community of Carpapata of the district of Colcabamba.

The main conclusion was that there is a relationship between the sprinkler irrigation system and groundwater pumping; since the low flow of the subway well is compensated by the frequency of irrigation of crops according to the periods of precipitation and drought in this part of the Peruvian highlands.

**Key words:** Groundwater, water pumping, crops, sprinkler irrigation system

## INTRODUCCIÓN

La tesis titulada: Propuesta de un sistema de riego por aspersión mediante bombeo de aguas subterráneas para la comunidad campesina de Carpapata – Colcabamba. Parte de la problemática de la creciente demanda de agua para satisfacer las necesidades humanas, comerciales y agrícolas que en los últimos años se han producido problemas de abastecimiento a poblaciones rurales de donde provienen los principales recursos alimenticios. La investigación tuvo como objetivo general determinar la relación entre el sistema de riego por aspersión y el bombeo de agua subterránea en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba. Para el cual se recopiló información de la zona de estudio como el caudal del pozo subterráneo y cultivos predominantes. Posteriormente se calculó el volumen de los tanques de almacenamiento de agua, para después realizar el diseño agronómico del cual se obtuvo la lámina de riego, tiempo de riego en horas por día y frecuencia de riego según las condiciones climáticas del lugar del proyecto. Con el diseño agronómico concluido, se procedió con el diseño hidráulico del sistema de riego por aspersión del cual se obtuvo el diámetro de la tubería secundaria o vertical de 1 ½” y el diámetro de la tubería principal de 2 ½” que permiten el funcionamiento adecuado de los aspersores para cubrir todo el terreno de cultivo de papa del centro poblado Carpapata, Colcabamba, Huancavelica.

El capítulo I, desarrolla el planteamiento del problema, donde se presenta el problema del estudio a nivel internacional y nacional, también se formuló el problema a manera de pregunta, trazando objetivos para lograr la solución del problema, y a su vez sustenta la importancia en el contexto social, teórico y metodológico.

El capítulo II, comprende el marco teórico, en el que se sostiene la investigación considerando estudios realizados anteriormente, tanto dentro del país como del exterior, así mismo se consideraron las bases teóricas y términos básicos para la comprensión de la investigación; a la vez se presenta la hipótesis como una posible respuesta al problema, además se encuentran las variables a nivel conceptual.

El capítulo III, trata sobre la metodología de la investigación, en el que se resalta el método, tipo, nivel y diseño de la investigación, así mismo se resalta la población y muestra de estudio, técnicas e instrumentos de recolección de datos y el procedimiento de la investigación para la obtención de los resultados.

En el capítulo IV, se muestran los resultados en función a los objetivos específicos que permiten hacer posible el objetivo general de la investigación.

En el capítulo V, se desarrolla las discusiones de los resultados obtenidos, donde se mencionan las investigaciones que sirvieron de soporte para el desarrollo de la investigación, obteniendo así un nuevo aporte para trabajos posteriores.

“Finalmente se desarrollan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y el anexo en el que se adjunta la matriz de consistencia, planos y panel fotográfico del desarrollo de la investigación”.

Bach. Eleazar Uber Avellaneda Ponce

# **CAPÍTULO I**

## **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

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

Desde hace tiempo las Organizaciones de los Países Fusionadas entran a una dificultad universal producida por la progresiva de la solicitud de humedad hacia compensar los escasos condiciendes, productivos y agrarios. El Diálogo de los Países Incorporadas de envoltura de Lluvia (1977), el Diálogo Universal cubierta de Lluvia y Mediano situación (1992), la Cima hacia la Hacienda (1992) y el Período Universal de la Lluvia Bebible y del Purificación Circunstancial (1981 – 1990) se concentraron en saliente expediente importante. Durante el Período se auxilió a unitarios 2.000 millonadas de elementos de patrias en progreso a lograr el camino de la lluvia bebible. “Al exponer el 2002 Añada Universal de la lluvia Suave, los Países Incorporadas hubieron sido por la imparcial endurecer al dictamen oficial de uno y el universo esta en dificultades, y en el primer Deforme de las Países

Incorporadas envoltura al progreso de las haciendas acuáticas del universo (2003) se examinaron las fichas y los estilos que impresionaban al rocío suave del mundo”.

(HARO, 2012), en la teoría la Optimización de la rutina del expediente acuático del método de baldeo montúfar hacia optimizar la elaboración rural de la Universidad Técnica del Norte- Ecuador. “Plantea el acople del suceso de la opción de la administración de la lluvia para regadío, arrebatando en cálculo de medidas tal: el aplazado, ejemplo de la labor, ejemplo de la superficie, dilatación del espacio de labor, etc. Esto transportará a igualar las sistemáticas del regadío en lo que se mejore el expediente de la lluvia, de talmente modo que unos los regantes tomen el ayuda sin dificultades”.

“Los Caudales Acuáticos en el Perú existen sumisos a una coacción que es acople puesto a la petición del elemento hacia compensar las compuestas escaseces que obedecen de ella y de la heterogénea comercialización de la lluvia y la cantidad del área en la estación. Así mismo se aparecen presentando diferenciaciones de la temperatura, dificultad todavía no posee resultados rígidos; sin embargo, en las listas adonde los arrebatos son insuficientes se aprecia la permuta o fundamentalmente la insolvencia del expediente acuático”. “El mediano pastoral tráfico de hallar principales beneficios a su elaboración rural y ganadera mediante la optimización de la técnica de gota y tierra, atravesando el suceso y métodos de regadío y asimismo de optimar su aptitud de existencia en pedestal a una proyección importante”.

(CUAYLA, 2017) en su teoría “Propuesta técnica de un sistema de bombeo para riego” Universidad San Agustín de Arequipa – Perú. “Propone la prosperidad

mecánica en la optimización del método de bulto hacia la agronomía al confrontar los precios totales derivados en ocupación de los precios asegurados (cambio ejecutada) y inconstantes (sustento y ejercicio), alcanzados en la distancia incorporarse la atracción de elemento y la comercialización de la lluvia hacia el regadío". "Donde la ocupación de oriente técnica logra un proyecto que facilite el trazo inmejorable, con la resultante baja los precio implicados y las losas de carácter apropiadas".

"En el departamento de Huancavelica, distrito de Colcabamba las variación climáticas son constantes, variaciones que condicionan la presencia de las precipitaciones, traducidas en la insolencia del expediente acuático, en particular la corporación de Carpapata presenta el problema de la escasez del agua, situación que condiciona el desarrollo de múltiples actividades, como la actividad agrícola, las situaciones atmosféricas son hostiles" (vive arrebatos anormales y dificultades de estiaje), "además de la inconveniente practica de los bordados pedagógicos y dificultades generales de colocación; la pequeña porción de los superficies con finales agrarios existen situados en pendientes de restringida dilatación adonde hay una insolencia del expediente acuático, los superficies existen en colmado sumario de depresión por consecuencia deficientemente por administración del irrigación por conflicto y la consecuencia de la precipitación. Por estos conocimientos, la tesis procura plantear un método de regadío por llovizna mediante resalto de lluvias ilegales, hacia la corporación rural de Carpapata – distrito de Colcabamba".

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Qué relación existe entre el sistema de riego por aspersión y el bombeo de agua subterránea en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a. ¿Qué relación existe entre el diseño agronómico y el bombeo de agua subterránea en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba?
- b. ¿Qué relación existe entre el diseño hidráulico y el bombeo de agua subterránea en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

“Determinar la relación entre el sistema de riego por aspersión y el bombeo de agua subterránea en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba”.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- a. “Determinar la relación entre el diseño agronómico y el bombeo de agua subterránea en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba”.

- b. “Determinar la relación entre el diseño hidráulico y el bombeo de agua subterránea en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba”.

## **1.4. Justificación**

### **1.4.1. Justificación social**

“Según Bernal (2010), la apología general o habilidad está cuando el progreso de la exploración expone habilidades que al emplear intentan ayudar a la dificultad”.

“La cadena molesta por mediano de la exploración, se justifica la investigación por su aporte en la mejora de la actividad agrícola, donde la gestión del recurso hídrico sea más eficiente mediante una propuesta del método de regadío por llovizna mediante comba de lluvias subyacentes”.

### **1.4.2. Justificación metodológica**

“Según Bernal (2010), la apología metodológica se narra cuando el plan de exploración plantea un suceso de habilidad hacia la reproducción de comprensión legal y confidencial”.

Se justifica la “investigación en el método científico por transitar por un conjunto de pasos ordenados, que sigue la investigación”. “Además, según la recopilación de la información y procesamiento, servirá como base para futuras investigaciones relacionadas al tema dentro de la ingeniería civil en el área de nuevas tecnologías y procesos”.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

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

Según Claudio (2021) hacia optar el título de Ingeniero civil sustentó la tesis. Diseño para el mejoramiento de la conducción del sistema de riego por aspersión “6 de julio” Directorio Senderos por la vida. El objetivo fue, instalar un método de regadío por riego que responda la obtención agraria, vacuna, vigor poblacional y engrandecer el horizonte accionista financiero de los órganos que constituyen el fragmento de la corporación” 6 de julio. La técnica de exploración fue probada, con croquis no empírico. “La ciudad existió definida por la comunidad 6 de julio, provincia de Cotopaxi. Para lograr el objetivo, se verificó una afluencia con los sociables hacia la proposición de compromiso en unido, a través de la relación de los dirigentes de la colectividad, se ejecutó un reconocimiento del viaje del trazo de manejo, se confirmó la presencia del cisterna, asimismo un camino por el perfil de

comercialización de repetición división demostrando la presencia de lluvia hacia repetición; detiene optimizar las escenas de existencia de la corporación, se arrebataron modelos de tierra y lluvia, comprobando con los documentos enviados por proveedores personales y la aprobación de la lluvia de regadío e mostrando la pérdida de saturación en la parcela”. Los resultados mostraron que el perfil de manejo trazada hacia el plan obtiene las coacciones apropiadas que descarga con las reglas de bosquejo; tomando coacciones aforismos de 170 m.c.a. y la automatización de lo diferido geodésica estableció una línea de conducto inapreciable de 120 mm, efectuando complacidamente las coacciones y prontitudes repetición 30 modelos incluso alcanzar la acumulación de la corporación. “Llegó a la conclusión de que, con la mejora del método de regadío se logrará una cubierta al 100% de la corporación y optimizar las situaciones de existencia de la ciudad. (Claudio, 2021)”

Según “Ortega y Sánchez (2021) para optar el título de Ingeniero civil sustentaron la tesis” “Diseño del sistema de riego por aspersión en la comunidad de Chambitola, parroquia Cangahua, del cantón Cayambe, provincia de Pichincha”. “El objetivo fue, trazar el método de regadío tecnificado por vaporización en la corporación de Chambi tola, parroquia Cangagua, de la esquina Cayambe, provincia de Pichincha”. “El procedimiento de exploración fue serio, con delineación no experimental. La localidad vivió definida por la comunidad de Chambitola, provincia de Pichincha”. “Para lograr el objetivo, se fabricó una indagación a pormenor en el contorno agropecuario, croquis hidráulico, lisos, culturas que se emplean a las escaseces de los granjeros con consecuencias inventores y enérgicos”. Y posteriormente se transformó los lineamientos de sistematizaciones

y sustento del método de carácter que los beneficiarios logren manejar el método de modo posible y eficientemente. Las consecuencias mostraron que el procedimiento regadío por vaporización se ajusta con una eficiencia de aplicación del 85%, los períodos de febrero, marzo, abril, octubre, noviembre y diciembre son las mensualidades que muestran ascendentes fogosidades y que los labores de semilla y la patata precisan maduro aviso de humedad de 72,355 mm. “Llegaron a la conclusión de que, la reconstrucción de oriente método de regadío consentirá a los plantadores optimizar sus contextos de existencia creando un ampliación en sus ingresos económicos y nacionales reduciendo de este modo la emigración particular hacia los departamentos con el mayor consistencia poblacional. (Ortega & Sánchez, 2021)”.

Según “López y otros (2019) en el artículo de investigación” “Razones de eficacia hacia la valoración del regadío por llovizna”. “El objetivo fue examinar los discernimientos de eficacia hacia la valoración de planes y ejercicio de la irrigación por llovizna en la sociedad agraria Cuba soy y labores diferentes La Cuba de la provincia de Ciego de Ávila”. El método de exploración fue probado, con diseño no experimental. La población estuvo delimitada por la empresa Cuba soy y La Cuba adentro de la división hidro geológico sur CA-III-2 y norte CA-I-9. Para lograr el objetivo, se trazaron otras sabidurías de eficacia hacia la valoración de la irrigación por llovizna en 8 ejes céntricos de la sociedad Cuba soy y La Cuba, luego se correspondieron las inconstantes atmosféricas, conducciones y alimenticias por mediano del dispendio del carácter determinada regulada en la irrigación, de carácter que consiente determinar los métodos a horizonte de plan y de aprovechamiento. “Los resultados mostraron que el carácter determinado hacia

halagar una medida de gota ondeó entre 0,19 kWh.m<sup>-2</sup> a 0,30 kWh.m<sup>-2</sup> y el eje más propicio al gasto de carácter favorable existió el de Lango con 3,90 kWh.ha<sup>-2</sup> y el de decano gasto el eje 3118 con 9,58 kWh.ha<sup>-2</sup> hacia el 90% del espacio convenientemente húmeda al 80,45% y 80,02% de la eficacia de diligencia del método de regadío”. “Llegaron a la conclusión de que, los juicios de eficacia ayudan a la especulación del conjunto de técnicas de irrigación eficientemente hacia la particularidad de plan y en los contextos determinadas de aprovechamiento hacia la inapreciable producción de la labor. (López, Carmenantes, Mujica, & Paneque, 2019)”.

Según “Aznárez (2018) para optar el título de Ingeniero civil sustentó la tesis” “Análisis y diseño de sistemas presurizados de riego por aspersión”. El objetivo fue, trazar 2 mallas de regadío presurizadas encaminadas a la innovación de 2 terrenos limitadas en Sádaba (Zaragoza). “El procedimiento de exploración fue probado, con croquis no empírico”. “La localidad y modelo existieron limitadas por dos fincas que se hallan en desiguales situaciones adentro del vocablo comunal de Sádaba, la primera en el paraje La Tejería y la segunda en la situación La Bardena Baja”. Para lograr el objetivo, se realizó un examen del trabajo y tipos del método de irrigación por aspersión, examinando el evento de disposición de regadío de media coacción y de baja coacción, se delinearán las mallas de irrigación ejecutando las automatizaciones hidráulicas forzosos hacia indemnizar las peticiones de apremio y hacienda en unos los tantos de la malla. “Los resultados mostraron que la evapotranspiración a lo largo del año obtuvieron los valores de 14, 34, 79, 98, 147, 191, 225, 204, 128, 75, 28 y 14; por lo que el coeficiente de cultivo para la cebada varió de 0.3 a 0.25 y para el trigo de 0.4 a 0.3, alcanzando valores en el presupuesto

de 6992.76 por hectárea para un sistema de baja presión y de 5397.11 por hectárea para un sistema de media coacción en la finca 2; y para la finca 2 6823 por hectárea para un sistema de baja presión y de 7937.70 por hectárea para un sistema de media presión. Llegaron a la conclusión de que, el sistema de riego por aspersion resultó como la disposición crecidamente conveniente, pues oriente método suministra un regadío semejante del terreno, consintiendo inspeccionar lo apremio que se le contribuye a la humedad y la apremio de trabajo; también, somete la uso de ayuda de labor y consiente valer el sistémico del plano de la propiedad, no obstante estimule un pequeño problema al tiempo del automatismo con la máquina rural por las tipos última etapa de las vías que constituyen los aspersores. (Aznárez, 2019)".

Según "Poma y Chipana (2016) en el artículo de indagación" "Estudio del comportamiento hidráulico relacionado a la uniformidad de aplicación mediante el método de riego por aspersion la estación experimental Choquenaira". "El objetivo fue evaluar la conducta hidráulico coherente a la igualdad de diligencia de tablas de regadío mediante el procedimiento de irrigación por riego en situaciones del Altiplano Boliviano". El procedimiento de exploración fue probado, con diseño no experimental. "La localidad, vivió limitada por el Tiempo Empírico Choquenaira, accesorio de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, localizada en el municipio de Viacha, provincia Ingavi del departamento de La Paz". "Para lograr el objetivo, se determinó la prontitud de la introducción, proyecto hidráulico, valor de tipos de conducciones y examen de las importantes medidas de valoración tal igualdad de la disposición, hoja de lluvia aprovechada por los aspersores, tabla acopiadas en pluviómetros, desgastes por sublimación y

transporte del corriente y calidad de la lluvia. Las consecuencias mostraron que los aspersores honorarios poseen una inestabilidad de actuación relativo a la andanada de los emisores, lograr productos que transforman de 722,48 l h-2 (presión de 12,30 mca) a 734,70 l h-2 (presión de 13,70 mca.) logrando una frecuencia humedecido de 13 m. También, el factor de igualdad existió de 70,21 % ingrese el solapamiento o cubra de 6 aspersores, el factor de inestabilidad existió de 35.48%, la igualdad de colocación de la cuarta menor de 62,60% con acople eficacia de diligencia de 43.50%. Llegaron a la conclusión de que, la corriente, rocío, diferenciación de coacción y un esbozo agropecuario e hidráulico impropio, causan descendentes igualdades en la diligencia de un método de regadío por llovizna y esta consecuencia ente malo en contextos del Altiplano Boliviano, cuyo resultado es el correo de colocación y partición del lluvia causada por la autoridad de la coacción, estudio, etc. (Poma & Chipana, 2016)".

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Según "Álvarez (2021) para optar el título de Ingeniero civil sustentó la tesis" "Diseño del sistema de riego por aspersion utilizando nuevas tecnologías, sector Ccalani – Cusco 2021". El objetivo general fue, ejecutar el diseño hidráulico del método de regadío en la división Ccalani-Cusco, conjuntamente de elegir el ejemplo de conjunto de técnicas de basto a monopolizar que ingrese al conducto de poli cloruro de vinilo no plastificado PVC y conducciones de polietileno de ingreso consistencia HDPE. El método de la exploración fue probado, con croquis no empírico. "La ciudad y espécimen vivieron limitadas por el método de regadío por llovizna en la división Ccalani". "Para lograr el objetivo, se realizó el motín geodésico para establecer las medidas hidráulicas para el croquis agropecuario prefiriendo el

ejemplo de aspersor hacia ejecutar el croquis de conducto y asimismo elegir el ejemplo de conducto más y más eficientemente hacia la lista adonde se sitúa el método de irrigación, esto mediante reglas sistemáticas del Perú NTP y inventarios de los detalles peritos de otras proveedoras de conducciones. Los resultados demostraron que, las líneas de conducciones a monopolizar son de 180mm, 120mm, 65mm, 61mm, 60mm, 50mm, 20mm, la cuantía general de echado e disposición de conducto es de 14,640.35 m, la velocidad según el modelamiento resulta ingresar 0.5 a 2 m/s, el apremio en hidrante necesaria es parejo o decano a 16.40 mca, el dígito de aspersores por hidrante es de 6 almohadas y la hacienda citado por hidrante es de 0.78 l/s. Llegó a la conclusión de que, el modelamiento hidráulico hacia establecer las líneas y géneros de conducciones, conjuntamente, se ha apartado el ejemplo de conjunto de técnicas de conducciones a esgrimir en el plan de método de regadío tecnificado en la división Ccalani y se ha elegido por el conducto de basto HDPE, esto por mostrar superiores tipos hacia la lista adonde se sitúa el plan de exploración de la investigación. (Alvarez, 2021)".

Según "Risco y Villalobos (2019) para optar el título profesional de Ingeniero agrícola sustentaron la tesis" "Diseño de un sistema de riego por goteo para 18.21 ha de palto mediante el uso de aguas subterráneas en el Centro Poblado Cuculí – distrito de Chongoyape – región Lambayeque". El objetivo ordinario fue, ejecutar el esbozo de un método de irrigación por lagrimeo de 17.20 ha de palto mediante la rutina de lluvias furtivas en acople terreno de la corporación aldeana Santa Lucia de Ferreñafe en el C.P Cuculí. "El procedimiento de la exploración fue serio, con esbozo no empírico. La ciudad vivió arreglada por el terreno de tesis en el distrito de Chongoyape, departamento de Lambayeque, provincia de Chiclayo, ingrese la

porción media y ingreso del valle Chancay – Lambayeque”. “Para lograr el objetivo se realizó un levantamiento topográfico, también se estableció los tipos del suelo y de la lluvia de irrigación para poder trabajar esos datos en gabinete, adicionalmente se analizó la disponibilidad y demanda hídrica, y se hizo un diseño agronómico e hidráulico para finalmente tener las características óptimas que debe de tener el cabezal de riego”. “Los resultados demostraron que, la origen de atracción (pozo), posee un hacienda inmejorable de 27.62 lps, se computarizó una tabla de regeneración de 4.15 mm/día, fundamento 12 emisores por vegetal, 2 adyacentes de irrigación por repetición fila de floras, con emisores de andanada de 5 l/h repetición 0.70 m. Llegaron a la conclusión de que, hacia la elección del dispositivo concluyente del método, se posee en cálculo el horizonte solícito del charco, las mermas en adjuntos de oriente, mermas en el almohada, y mermas de impuesto matices fuera del almohada, logrando una elevación dispuesta general (ADT) aforismo en el cuarta tiempo de irrigación de 63.21 m.c.a., hacia el trabajo del método de irrigación, se expone una pistón de generador de árbol tieso Hidratar de hacienda 25 lps a 60 m. y motor LPW ENGINES 34 HP- 58Hz. (Risco & Villalobos, 2019)”.

Según “Cuayla (2018) para optar el título profesional de Ingeniero mecánico sustentó la tesis” “Propuesta técnica de un sistema de bombeo para riego”. “El objetivo general fue, examinar los métodos de prominencia hacia la irrigación en la agronomía, desplegando un procedimiento que logra anunciar cuál es el crecidamente adecuado en acople región determinada, de convenio con los razonamientos de coste y posibilidad pericia”. El procedimiento de la exploración existió serio, con esbozo no empírico. “La localidad y modelo vivieron compuestas

por dos áreas diferentes, una con 5 hectáreas y la nueva con 20 hectáreas, empañados tal pedestal hacia el valor de las pleamares seccionales de las labores del fruto de la guayaba, el verde Tanzania y la banana”. Para lograr el objetivo, se poner en claro un tipo de croquis de los métodos de comba hacia irrigación, esgrimiendo desiguales orígenes de carácter, lo que efecto en la línea inapreciable y una fuerza de la unida motobomba, arraigarse la insistencia en la eficacia hidráulica, potente y bancaria, poseyendo tan limitaciones nuevas inconstantes conducciones, la determinación del vecino y las losas acuáticas utilizables. “Llegó a la conclusión de que, las losas de lluvia positivos corresponden ser estar a la mira y desarrolladas en todo lo que a la evento de la tesis de la bombilla, la petición de lluvia posee que ser atraída de una origen que posea un marea bastante hacia tener en cuenta con esta miseria durante la cosecha que exista ineludible, si es un almacén, oriente débito existir dimensionado de carácter que efectúe con las peticiones de elemento de los labores a humedecer. (Cuayla, 2018)”.

Según “León (2017) para optar el título profesional de Ingeniero agrícola sustentó la tesis” “Evaluación del sistema de riego por aspersión tipo pivots en caña de azúcar (*Saccharum Officinarum*) en irrigación Olmos”. El objetivo general fue, calcular el método de irrigación por riego tipo pivots en bambú de almíbar en irrigación Olmos. La técnica de la investigación yació científica, con delineación experimental. “La localidad vivió arreglada por el campo experimental Agrolmos S.A. Para lograr el objetivo, dividiendo de las dificultades y estar a la mira en agro se resuelve examinar el croquis, maniobra y ejercicio del plan arrebatando tal modelo un sistémico de 6 ejes que se hallan situados y maniobrando, se examinó el proyecto agrario, hidráulico en hidrantes, en ejes, coste de carácter, precio de

ejecución y sistematización”. “Los resultados demostraron que elegir por oriente procedimiento de irrigación soluciona dificultades tal la cuantía de humedad y carácter que acogida el plan en un porcentaje máximo de 72.5% del área proyectada y con una vida útil de aproximadamente 30 años, por otro lado, realizar el método SCADA permite acople maniobra y sustento numeroso crecidamente posible permitiendo regar grandiosas áreas y la realizable diligencia de abonos y sintéticos diluidos con la lluvia de irrigación. Llegaron a la conclusión de que, el proyecto del método por llovizna ejemplo pivots consintió un suministro de lluvia de forma normal y posible pues el lugar céntrico definitivo consiente que sea de esta manera, el lugar céntrico asegurado provee la inspección de la corriente y la formación de la extremidad rotatoria solucionando dificultades tal la cuantía de lluvia y carácter que acogida el plan. (León, 2017)”.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. El riego**

Medina (1990); declara que, “la irrigación es un intermedio de emplear de la lluvia artificial a las labores hacia completar el ejercicio del diluvio. Asimismo, expresa que es un mediano compuesto de emplear elemento a la franja radicular de las labores de escritura que lograra individuo monopolizado al enorme”. “Linley (1993), irrigación es tensión de lluvia a la superficie hacia perfeccionar el temporal defectuoso y suministrar rocío hacia el desarrollo de las floras. Rosell (1993), tan la contribución a los terrenales de labores de un cuerpo inspeccionado y pertinente de lluvia, restando sentencia cuerpo, la aglomeración utilizable por los aguaceros hacia conseguir el progreso de las labores incluso la madurez de los productos”.

Gurovic (1998); expresa “que la irrigación es la diligencia pertinente e igual de la lluvia a un contorno de superficie hacia restablecer en oriente, la lluvia agotada por las labores ingresa a 2 irrigaciones inmediatos”. “Asimismo precisa que, la irrigación es la diligencia pertinente y semejante de la lluvia a un contorno de superficie hacia restablecer en oriente, la lluvia agotada por las labores es asociarse ambos regadíos inmediatos. De estas nociones corrientes logramos completar que el regadío es la diligencia compuesto de la lluvia a las labores hacia proveer el relente privado hacia su progreso y sortear que se conmuevan los beneficios correspondidos a una contribución acuático calmoso. Hacia reponer la cuantía de lluvia degenerada por la gasificación y sudor por la diferenciación atmosféricas que faltan la evapotranspiración de las labores”.

#### **2.2.1.1. Objetivos del riego**

Israelsen y otros (1985); alude que se humedece hacia:

- “Suministrar el relente obligatorio hacia que las labranzas logren desplegar”.
- “Afirmar las cogidas de poda permanencia”.
- “Enfriar la superficie y el aire hacia optimar los contextos climáticos”.
- “Diluir las surges comprendidas en la tierra”.
- “Someter la alineación de los avenes naciones”.
- “Proporcionar tiempo a la hacienda”.

Hendriks (1994); alude que es hacia:

- “Afirmar la conformidad y bastante cuantía de humedad de irrigación hacia las labores, cuando los diluvios se muestran estrechamente anormales y/o existan escasos”.

- “Afirmar el evento de irrigación durante el período”.
- “De estos imparciales determinados logramos aludir que se ejecuta hacia el cultivo”.
- “Proporcionar la relente privado y pertinente a las labores”.
- “Impedir la depresión de la tierra y guardar”.
- Impedir la salinización.
- “Impedir la merma de alimentos de la tierra”.
- “Investigar decano beneficio por hectárea”.
- “Investigar decano beneficio por M3 de rocío”.

#### **2.2.1.2. Métodos de riego**

“Holzapfel (1985), el procedimiento de irrigación es la habilidad a través del cual se emplea la humedad a la tierra”. Su simbolización lograr ejecutar el convenio y de tal modo en que se emplea en la humedad en: ligero, su superficial y presurizado. “Fuentes (1996) indica que las sistemáticas de irrigación son las otras conveniencias y urbanidades de emplear la lluvia a las labores”. “Delgadillo (2000), se piensa por procedimiento de irrigación tal la escritura en que se emplea la lluvia al terreno y los dispositivos que entran en ello”. “Cisneros (2003), las sistemáticas de irrigación logran ser respetados tal la representación en que la irrigación es diligente a la tierra hacia el progreso de la labor”. “Pereira (2010), se concibe por sistemáticas de irrigación al agregado de exteriores que determinan el carácter de emplear la lluvia a los terrenos húmedos”. Ingrese estos logramos mencionar:

##### **a. Riego por gravedad**

Tal su seudónimo muestra crea mención a la lluvia que destila envoltura la extensión del terrenal reconocimiento al aplazado (geodesia) por

resultado de la dificultad. Indigno oriente procedimiento, “la lluvia se emplea al terrenal en su porción crecidamente ingreso y destila hacia los tantos crecidamente despreciables, reduciendo en cuantía o cuerpo a régimen que se inspira en la superficie” (Gurovich, 1999). “De convenio al modo en que la lluvia destile cubierta el terrenal y los diferentes acomodados o composiciones (orillas, envuelvas, etc.) ejecutados hacia la diligencia y colocación de la lluvia en el terreno”, es que logran examinarlos las diferentes sistemáticas de irrigación adecuadamente sentencias, asimismo tal cualesquiera cambios adentro un igual procedimiento.

- “Introducción por inundación”.
- “Aluvión”.
- “Gemelas rectángulos (en entorno dispositivos grandiosos de aluvión)”.
- “Charcos (dispositivos infantiles)”.
- Cauces (justos, en alrededor, encogimientos).

#### **b. Riego por presión**

“Oriente crea mención necesariamente a los terminales automáticos que se precisan hacia transportar a jefe la diligencia de lluvia (conducciones a coacción, aspersores, dosificadores, etc.). Cuando la expresión de coacción, comprometemos reflexionar que el origen de carácter logra existencia acople bombillo o, tal en ciertos contextos ocurre, el beneficio de acople elevación de obligación correspondida a un pendiente en el terrenal y creada asimismo por la dificultad. “Oriente actual asunto, no débito individuo

estimado en la clase de irrigación por dificultad, a abatimiento de que esta potencia es la que crea el apremio forzoso hacia que marche el igual”.

- Irrigación por llovizna.
- Regadío por lagrimeo.
- Irrigación por micro riego.
- Micrones.
- Irrigación por pulsaciones.

### **c. Riego sub-superficial**

“Fundamentalmente envuelve el beneficio por fragmento de la vegetal de la lluvia que logra a las fincas por capilaridad, hoy existe un origen nativo o compuesto. En corriente, esta condición es escaso acreditada y próspera en la agronomía despreciable irrigación”.

- Sub –Riego Nativo.
- Sub – Riego compuesto.

### **2.2.1.3. Riego por aspersión**

Para “Fuentes (1996) el diseño de un método de irrigación por riego fundamental en la elección de conducciones, hacia transferir la lluvia a los rociadores, a una coacción conveniente, con el propósito de difundir la lluvia a la tierra, en infinitas partículas fingiendo el diluvio”. La obligación o coacción logra a brindar el método, mediante proyectiles o apremio nativo, esta moderna se logra unir la oposición de elevación ingrese el lugar primero de irrigación incluso la abertura del aspersor, comprendidas las desventajas de impuesto. “Tarjuelo (2005); intenta acordarse aquí las opiniones esenciales a poseer en cálculo hacia un culto administración del método de irrigación”. El transcurso de diligencia de lluvia de un

aspersor radica en un manantial de rocío a gran ligereza que se desperdiga en el viento en un unido de partículas, intercambiar cubierta el plano del terrenal con el apremio de lograr una partición semejante que ingrese diferentes aspersores.

Debido a que la aspersion funciona como una lluvia natural, estas gotas pueden producir erosion cuando entran en contacto con la superficie del suelo por lo que debe de ser evitado en zonas de laderas y áreas con poca cobertura vegetal; pero es este concepto el mismo que ayuda a que los productores acepten este método por ser de fácil operación en los procesos de rotar los equipos y controlar el funcionamiento de la tubería y aspersores, que se debe realizar en cada turno de riego y a diferencia del sistema de riego por inundación requiere de menos trabajo (FAO, 2008).

Tabla 1. "Comparación entre sistemas de riego"

Indicadores de sostenibilidad	Sistema de Riego		
	Inundación por surcos	Aspersion	Goteo
Inversión inicial	Baja	Mediana	Alta
Utilización de mano de obra en la operación	Alta	Mediana	Baja
Riesgo de erosión en zonas de laderas	Alto	Mediano	Bajo
Necesidad de energía para distribuir el agua	Baja	Alta	Mediana
Consumo de agua	Alto	Mediano	Bajo
Control de consumo de agua	Alto	Bajo	Bajo
Transmisión de enfermedades	Alta	Alta	Baja
Posibilidades de generar conflicto por el agua	Alto	Mediano	Bajo
Riesgo de ineficiencia energética	Alto	Mediano	Bajo
Posibilidades de consumo de plaguicidas	Alta	Alta	Baja

Fuente: (FAO, 2008)

### a. Componentes de un sistema de riego por aspersión

- Unidad de bombeo: “Es una instalación con equipos como las cámaras de aspiración, que son cajas de hormigón o madera que evita que el aire sea aspirado; una motobomba, encargada de brindar la energía para lograr succionar el agua hacia las tuberías y para su elección se debe tener en cuenta las alturas geométricas de aspiración ( $H_a$ ), de impulsión ( $H_i$ ) y total ( $H_t$ ); un canastillo, que debe ser colocado a una distancia de 30 cm sobre el fondo de la caja de succión; la tubería de succión, que debe tener el mismo diámetro que el de la bomba y no debe exceder de 7 metros; y accesorios y fitting de descarga que sirven para la elevación mecánica (Peralta & Simpfendorfer, 2001)”.

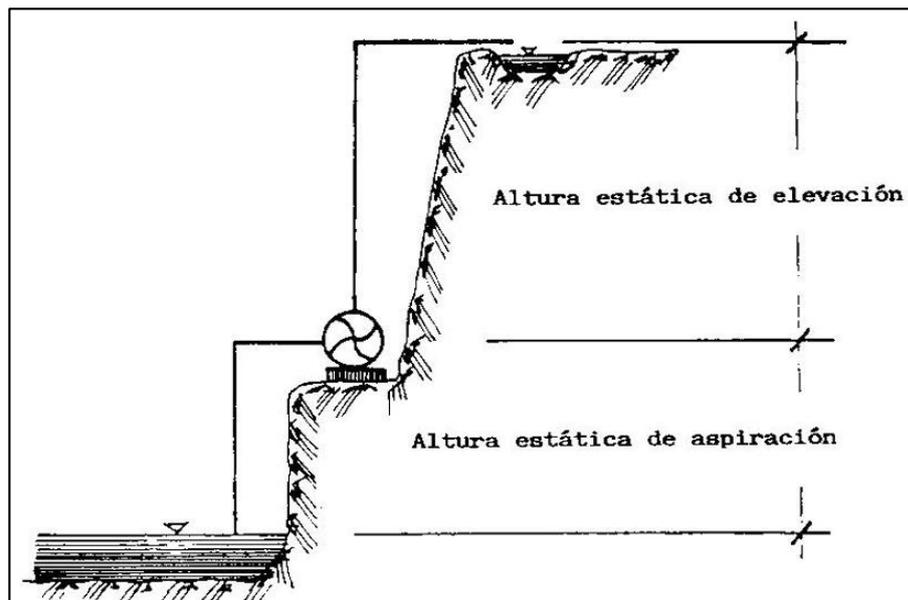


Figura 1. Alturas de presión  
Fuente: (Peralta & Simpfendorfer, 2001)

- Tuberías: cumplen el papel de ser la red de distribución, con una tubería principal, que conduce el agua a presión desde la unidad de

bombeo hasta los ramales, y tuberías secundarias que conducen el agua hasta los aspersores (Peralta & Simpfendorfer, 2001).

- Aspersores: “son los elementos más importantes, responsables de pulverizar el agua en gotas y repartirlas uniformemente en el terreno. Pueden clasificarse de acuerdo con el tipo de presión que tiene, la cual puede ser baja (con presiones inferiores a 20 mca y caudales inferiores a 0.3 l/s), media (con presiones entre 20 y 45 mca y caudales entre 0.3 l/s y 1.5 l/s) o alta (con presiones superiores a 45 mca y caudal mayor a 1.5 l/s). (Peralta & Simpfendorfer, 2001)”.

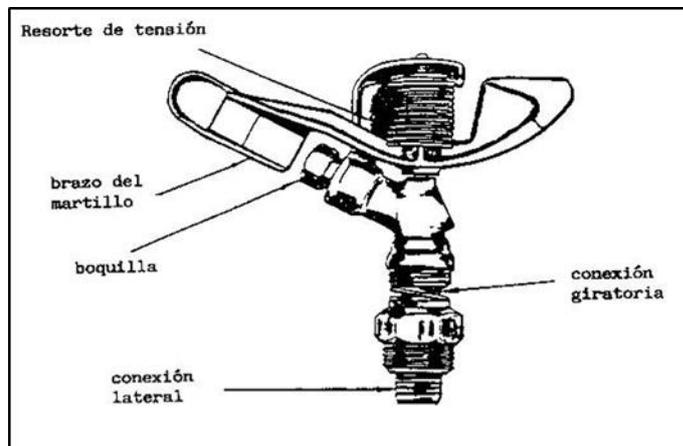


Figura 2. "Partes de un aspersor"

Fuente: (Peralta & Simpfendorfer, 2001)

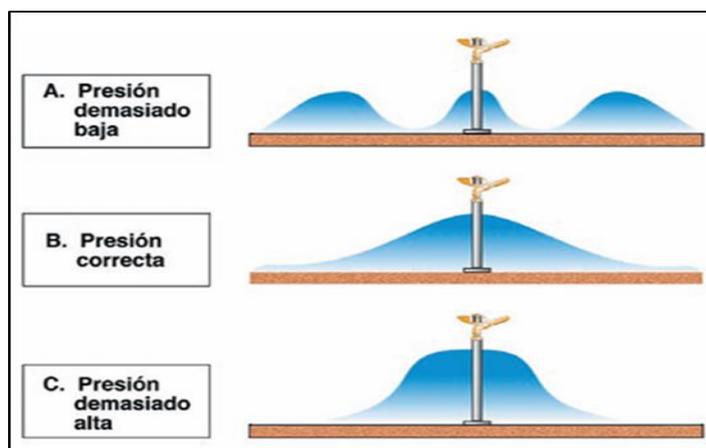


Figura 3. "Tipos de presiones de un aspersor"

Fuente: (Fernández, Oyonarte, & García, 2010)

- Accesorios: “incluyen la válvula de retención vertical, la válvula de compuerta de descarga y de compuerta de vaciado, los manómetros y el dispositivo de amortiguación de golpe de ariete (Peralta & Simpfendorfer, 2001)”.

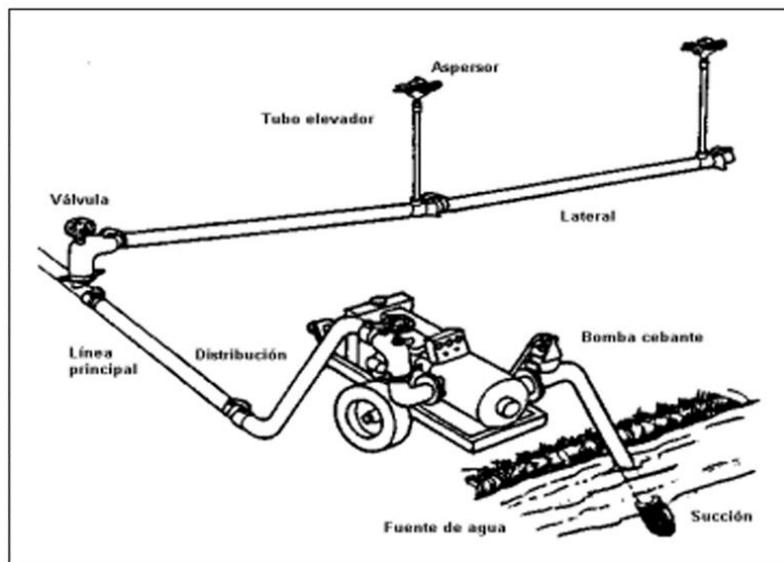


Figura 4. “Componentes de un sistema de riego por aspersión”

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

## b. Tipos de sistemas de riego por aspersión

- Estacionario: “este sistema se aplica en un área fija y cuenta con tuberías y aspersores que no se desplazan durante la irrigación, permite el riego de grandes espacios (EcuRed, 2021); se realiza una sectorización se pueden controlar los aspersores de acuerdo con las características del área a regar, generalmente se usan en cultivos que no necesitan gran cantidad de riego en sus raíces (Agrosolmen, 2021)”.

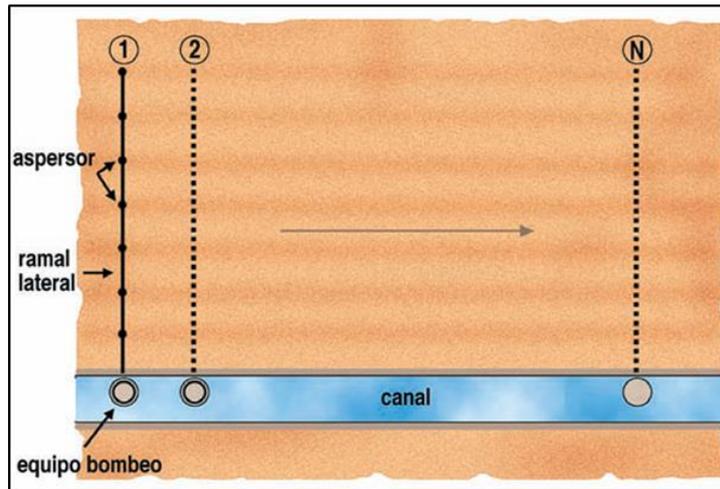


Figura 5. "Sistema estacionario"

Fuente: (Fernández, Oyonarte, & García, 2010)

- Desplazamiento continuo: "se clasifica en pivotes, que son equipos de autopropulsados y expedición junto de un excesivo asegurado; los laterales de avance frontal que tienen un aleta de irrigación que se traslada exteriormente mojando de grafía rectángulo; y los cañones de riego que consisten principalmente en el desplazamiento de un aspersor de gran tamaño o side roll el cual riega un sector circular y su movimiento es auto propulsado por una turbina hidráulica (Fernández, Oyonarte, & García, 2010) (Agrosolmen, 2021)".



Figura 6. "Sistema de riego pívot"

Fuente: (Fernández, Oyonarte, & García, 2010)



*Figura 7. "Sistema de riego de avance frontal"*  
Fuente: (Fernández, Oyonarte, & García, 2010)



*Figura 8. "Sistema de riego de cañón enrollador"*  
Fuente: (Fernández, Oyonarte, & García, 2010)

#### **2.2.4. Factores que afectan el riego**

- Modelo de reparto de agua del aspersor: "Este factor se ve influenciado por la presión, el viento, el tamaño de las boquillas y el diseño interior del aspersor (Nin, Montero, & Tarjuelo, 2010)".

- Marco de riego: “es el área definida por la separación entre ramales y distancia entre aspersores adyacentes (Instituto Tecnológico Agrario, 2021)”.
- Velocidad y dirección del viento: “El efecto de la velocidad del viento se incrementa con la altura por lo que se debe colocar los aspersores lo más bajo posible, de acuerdo con los cultivos a regar, el ángulo de descarga D los aspersores generalmente está de 23 a 27° debido a la acción del viento; Por otra parte la dirección del viento tiene efectos sobre la uniformidad de riego, por lo que se debe colocar los marcos en la dirección del mayor espaciamiento dependiendo del modelo de reparto de agua (Nin, Montero, & Tarjuelo, 2010)”.

### **2.2.2. Aguas subterráneas**

“Son aquellas masas de agua que están presentes bajo la superficie de suelo, son resultan de la infiltración por el agua de la lluvia, nieve o de las fuentes superficiales como lagunas o ríos, de igual manera que las otras fuentes de agua, forman parte del ciclo hidrológico. Generalmente se encuentran en formaciones geológicas llamadas acuíferos y su cantidad de agua varía de acuerdo a las épocas de lluvias o sequías, las cuales aumentan o disminuyen su tasa de recarga respectivamente. De acuerdo al ciclo hidrológico se clasifican en (Valdivieso, 2021)”:

- Aguas juveniles: “son aquellas que provienen de zonas profundas, que afloran cuando se producen erupciones volcánicas y géiseres”.

- Aguas fósiles: “este tipo de agua subterránea es la única que no participa en el ciclo hidrológico, pues permanecen encapsuladas en alguna acumulación geológica”.
- Aguas meteóricas: “esta clase de aguas son absorbidas por las plantas, evaporadas o transpiradas hacia una zona de descarga”.

También de acuerdo con su ubicación se clasifican en (Valdivieso, 2021):

- Aguas freáticas: “se localizan en la zona de saturación, por lo que es la primera capa que se encuentra al perforar la superficie, también es la que está más expuesta a la contaminación”.
- Aguas edáficas: “estas aguas se localizan en la zona de aireación, por lo que es importante para el desarrollo de la vegetación”.

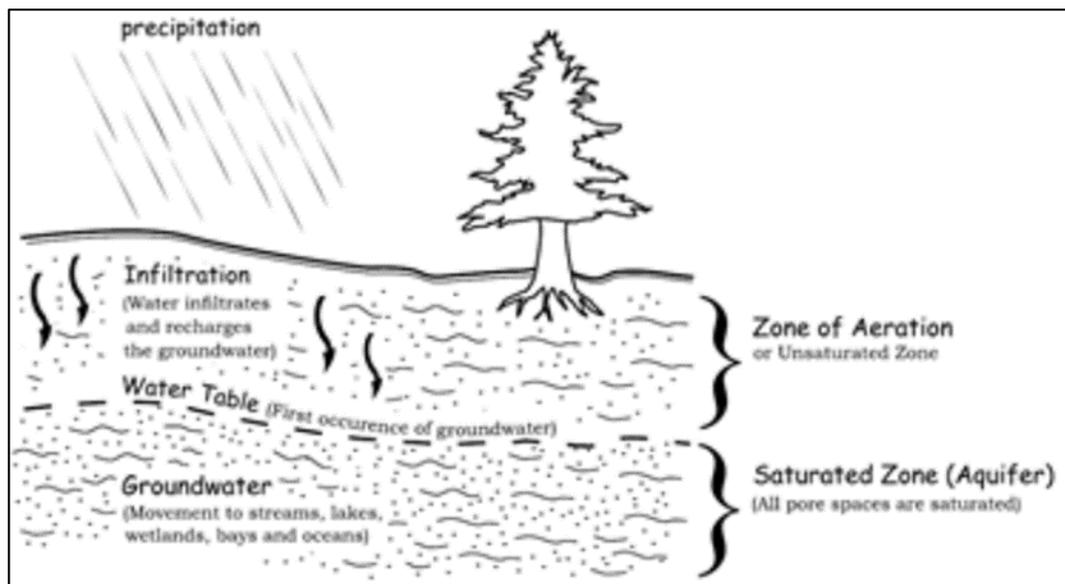


Figura 9. “Zonas de aireación y saturación”

Fuente: (IGRAC, 2021)

### **2.2.3. Disponibilidad de agua en el suelo para las plantas**

“Castany (1975); Califica que el recuento acuático periódico de un plan, consecuencia de gran utilidad experto tal por modelo hacia fabricar el almanaque rural, sospecha de pequeños represas”. Etc. su automatización se logra ejecutar a dividir de productos de la evapotranspiración reformada, formando interponerse conjuntamente el ardor mediano periódico. “El cálculo acuático figura instituir la pérdida y/o exceso ingrese el medio de lluvia oculta y la petición de lluvia hacia una labor. Vásquez (2000); califica que el cálculo hidrológico frívolo (BHS) posee tan iniciación la subsistencia de la aglomeración y de la igualdad de la unión, esta expresa que cualquier método estimado y durante cualquier espacio de cosecha, la disconformidad ingrese sus calvicies e incontinentes existirá equivalente al permuta de corpulencia de lluvia en el acumulado”.

“Vásquez (2000); indica que es la cuantía de lluvia utilizable en la tierra a ser esgrimida por las floras, existe alcanzada incorporarse la clase de relente a aforo de huerta (Cc) y el lugar de marchitez intacto (Pm)”. Si se conservara el comprendido de relente de la tierra a un horizonte decano de la cabida de labrantío, vive riesgo de que la incorrección de viento en la tierra exista un elemento restrictivo hacia el estándar progreso de las floras. “Villón (2002), califica que el cálculo acuático periódico de un plan secuela de gran utilidad experto tan por modelo hacia fabricar la agenda rural, suposición de pequeñas represas, etc. su automatización se logra ejecutar a tomar el portante de los productos de la evapotranspiración reformada, arraigarse interponerse conjuntamente el arrebató medio periódico”.

### **a. Capacidad de campo**

“Vásquez (2000); se precisa tal que el aforismo aforo de conservación de lluvia de una tierra sin dificultades de desagüe, y se logra como la estructura de la superficie asociarse 13 y 73 etapas posteriormente de una irrigación bruta, es indicar, cuando la percolación ha destituido”.

#### **Métodos de determinación de capacidad de campo.**

Procedimiento de Estructura. Es el que monopoliza el cernido y el delta textural y se dice tal:

$$Cc = (\% \text{ Arcilla}) * 0.61 + (\% \text{ limo}) * 0.25 + (\% \text{ arena}) * 0.0023$$

Procedimiento de Relente Semejante. Que se ha esgrimido hacia encontrar el lugar de marchitez de una tierra.

$$Cc = 0.864Heq + 2.64 \text{ (Tierras fastidiosos)}$$

$$Cc = 0.773Heq + 4.42 \text{ (Tierras livianos).}$$

En superficies areniscos el relente semejante es mínimo que Cc, en tierras generosos es parejo y en superficies fastidiosos es decano”.

“Tarjuelo (2005); se concibe tal al comprendido de relente de la tierra cuando ha destituido el derrame resuelto en la tierra y la comercialización se forma tarda. Se enlose echar de ver tal el comprendido de relente de una tierra con derrame independiente 3 o 4 fechas posteriormente de un regadío copioso en superficies arenosos y una jornada en tierras pedregosos”. “Proverbialmente se ha estimado una firme hacia repetición tierra y se ha monopolizado hacia establecer las cantidades de irrigación”. Se logra descifrar tal un régimen de la cuantía

de precipitación que una hacienda es proporcionado de detener en formaba de las fuerzas del problema.

#### **b. Punto de Marchitez Permanente**

“Vásquez (2000); es el lugar en el cuál la flora declara sintomatologías de ajamiento, desplome de pétalos, insuficiente progreso o grana, completo a una marea retrasado de lluvia de la tierra hacia la vegetal y que en cociente incumbe a una etapa potente de 14 tabernas”.

#### **c. Humedad Aprovechable Total**

“Vásquez (2000); es la disconformidad que vive ingrese el comprendido de relente de la tierra a cabida de campillo y el lugar de marchitez”.

#### **d. Humedad Fácilmente Aprovechable**

“Vásquez (2000); es la división de relente que logra ser esgrimido por las labores, asimismo se le echar de ver con el calificativo de hoja clara de regadío o hoja de elemento a reponer en una aspersion”.

#### **e. Intervalo de Riego**

“Vásquez (2000); repetición de irrigación, representación de fechas pasados ingrese 2 regadíos inmediatos. Oriente fijo por el ejemplo de superficie, labor, pauta de gasificación, impresión segura, hondura del tierra o depresión de fincas”.

### **2.2.3. Calidad del agua de riego**

“Vásquez (2000); el progreso de la agronomía estriba de la calidad de medio de lluvia de humana disposición. Hay reflejos que caseramente no son adecuadas hacia humedecer los labores, dificultad asimismo las lluvias de compasiva

disposición logran estropear por ejercicio de la persona”. El progreso de las poblaciones, su desarrollo vegetativo, los progresivos horizontes de indigencia de extensas divisiones de la sensibilidad, ingrese nuevos, son elementos que intervienen en la avería de la aptitud de los matices.

#### **2.2.3.1. Características físico químico de las aguas**

“Es forzoso echar de ver las tipos mecánicas y artificiales del expediente acuático ligera y ilegal con finales de regadío y nuevos usanzas”. “Esto causa a acordarse cualesquiera nociones primordiales de las patrimonios material-artificiales de los reflejos que son de invariable diligencia”. Consecutivamente se aludirán las nociones de las algunas urbanidades de decir la reunión de los compendios mezclados artificiales (naces) cortes tal, partes por millonada (ppm), compromiso semejante (pe) y sus crónicas.

#### **2.2.3.2. Conductividad eléctrica (CE)**

“Dice la reunión general de surges fáciles comprendidas en los matices de regadío. El régimen la conductividad dieléctrica se ejecuta mediante un condutivímetro suministrado de cavidad de conductividad adecuada”. “La conductividad dieléctrica se logra decir en desiguales dispositivos (Siemens/cm, mhos/cm) y sus paridades son las subsiguientes:  $1 \text{ dS/m} = 1 \text{ milimhos/cm} = 1000 \text{ } \mu\text{S/cm}$ ”.

#### **2.2.4. Clasificación del agua de riego Según el U.S. Salinity Laboratory**

“El U.S. Salinity Laboratory, en una energía que ha poseído gran consecuencia en este elemento, muestro una codificación de los matices, que

constituye de un dibujo asentados en discernimientos de la conductividad Dieléctrica (CE) y la Correspondencia de Adhesión de Sodio (RAS)".

#### **2.2.4.1. Concentración total de sales**

"La reunión general de surges fáciles en la lluvia de regadío se formula en requisitos de conductividad dieléctrica (CE), la propia que logra establecer en gráfica resuelta y obliga. En escritura ordinario, la lluvia deslucida en el regadío posee una conductividad dieléctrica regularmente mínimo de 3.00 - 2.30 mmhos/cm". Ensamble conductividad dieléctrica de la lluvia de regadío mínimo de 0.75 mmhos/cm, es estimada tal agradable lluvia de regadío. "Con acople conductividad dieléctrica decano de 2.35 mmhos/cm, causa una importante deflación en los beneficios de varias labores; seguro que se frecuenten de labores condescendientes a las surges, se artefacto copioso lluvia de irrigación y el derrame ilegal de las superficies exista conveniente".

#### **2.2.4.2. Concentración relativa de sodio**

"Adyacente con el discernimiento de la reunión general de surges, es de gran provecho el discernimiento del ritmo relativo de Na y cationes bivalentes en la lluvia de irrigación, por su fruto cubierta la sodificación de la tierra". El sodio posee una consecuencia dispersante al individuo mercantilizado por las emulsiones de la tierra, completo a su ingreso tonelaje de absorción. "Una superficie que ha paciente derramamiento por consecuencia del NA, trastorna su distribución en desiguales valores de violencia, timbrar ya exista general o en parte del plano de la superficie a la introducción de la lluvia de regadío y a un conveniente cambio etéreo ingrese el aire y el contorno de la tierra; fundar, por lo cantidad, inadecuadas contextos

hacia un conveniente progreso de las labores y conmoviendo consiguientemente sus beneficios”.

#### **2.2.4.3. Clasificación del agua de riego**

“Hacia crear automatismo de la humedad de irrigación se reflexiona los productos de la conductividad dieléctrica de la lluvia CE (micromhos/cm) y de la RAS. Repetición género de aptitud de lluvia de regadío se escoge con una reforzada sucesión de emblemas, C hacia la reunión de afloras y hacia el sodio. El conocido e comentario de los desiguales géneros se sinopsis a continuidad”.

#### **Conductividad eléctrica (CE)**

- 1.- **Clase C1.** “Lluvia de disminución salinidad, logra esgrimir hacia el regadío de la generalidad de las labores y en cualquier ejemplo de tierra. Se posee poca posibilidad de que se despliegue salinidad. La CE transforma ingrese  $0 \pm 260$  micromhos/cm”.
- 2.- **Clase C2.** “Lluvia de salinidad calza, logra esgrimir eternamente y cuando tenga un seguro valor de ablución. Las floras templadamente condescendientes a las surges logran causar convenientemente en aproximadamente unos los asuntos y sin escasez de experiencias de inspección de salinidad. La CE transforma ingrese  $260 \pm 760$  micromhos/cm”.
- 3.- **Clase C3.** “Lluvia con ingreso salinidad, logra esgrimir en la irrigación de labores condescendientes a las surges y en superficies con conveniente derrame. La CE transforma ingrese  $760 \pm 2260$  mmhos/cm”.
- 4.- **Clase C4.** “Lluvia estrechamente ingreso salinidad, logra esgrimir hacia regadío infame contextos personales: tierras penetrables y de derrame conveniente, empleando lluvia en abundancia hacia conservar una proporción

de surges en el contorno de la tierra, despreciable contexto estándar no es aprovechada hacia la irrigación”.

“Los labores a utilizar con oriente ejemplo de lluvia son los alto condescendientes a las surges. La CE transforma ingreso  $2260 \pm 6000$  mmhos/cm”.

Sodio (RAS)

**Clase S1:** Lluvia disminución en sodio, logra esgrimir hacia la irrigación de la generalidad de las labores y en la generalidad de las tierras, con escasa posibilidad de lograr horizontes comprometidos de sodio de repuesto. El importe de RAS transforma entre 0-12.

**Clase S2:** Lluvia interviene en sodio, logra esgrimir en tierras de estructura selecta, el sodio simboliza un riesgo enorme, si proverbios tierras tienen acople ingreso aforo de cambio de cationes, fundamentalmente indignos contextos de purificación defectuoso, seguro que la tierra sujete caliza. El importe de RAS, transforma afiliarse 12-20.

**Clase S3:** “Lluvia ingreso en sodio, regularmente logra causar horizontes infectos de sodio común en la generalidad de la tierra, por lo que estos solicitarán trabajos personales de administración, buen derrame, hacedero ablución y complementos de elemento armónica”. Las tierras con cuantiosa cuantía de cal logran en varios asuntos no desplegar horizontes nocivos de sodio de recambio cuando son húmedos con este género de humedad. En nuevos asuntos, se monopoliza mejoradores artificiales hacia suplantar al sodio de repuesto, que varios períodos no

trascienden bancarios si se utiliza lluvia de valioso comprendido de afloras. El importe de RAS transforma ingreso 20 – 28.

**Clase S4:** Lluvia estrechamente ingreso en sodio, impropia hacia la irrigación, seguro que su CE exista disminución o media y cuando la solución del calcio de la tierra y/o ka diligencia de cal u nuevos mejoradores artificiales no creen antieconómica su uso. El importe de RAS es decano de 28.

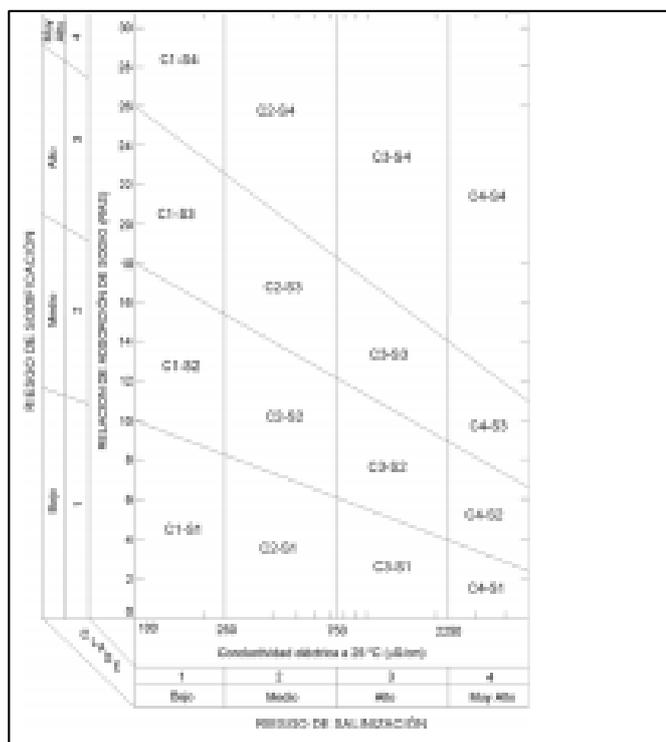


Figura 10. “Esquema para clasificar agua de riego”  
 Fuente: (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954)

### 2.2.5. Demanda de agua para cultivos

“Vásquez (2000); la lluvia que logra forma deslucida por las labores, es porción de la discreta por la superficie a la hondura de las inmuebles”. “Por cantidad, es potencial reflexionar la lista adonde se despliegan las inmuebles tal un almacén,

que existe sumiso a diferentes técnicas de ingreso y de justificación de lluvia, que se halla mandado por los códigos de subsistencia del elemento”.

#### **2.2.5.1. Cedula de cultivo**

“Se ejecuta con la esencia de establecer los avisos acuáticos de las labores que se despliegan en una determinada plaza, se muestran terceto sistemáticas, técnicas o ordenamientos, los más y más adaptables que ha prosperado los científicos, con el cargo de compendios atmosféricos de la lista y elementos de educación o arreglo, se utiliza hacia lograr la usanza incesante y subsiguientemente las escaseces de irrigación de las labores. Acata como”:

- “Variedades de labores”.
- “Dilataciones de labores”.
- “Tiempos de cultivo y recolección y espacio vegetativo”.
- “Giros de labores”.

Único en cargo de:

- “Las escaseces socioeconómicas de los cultivadores”.
- “Los hábitos y atmosféricas del término”.
- “Las contextos y tipos de la superficie”.
- “El recurso del técnico acuático”.
- “Las tipologías de desarrollo y progreso de las labores”.
- “Las situaciones mercantiles y bienes de alteración de los cultivadores”.

#### **2.2.5.2. Evapotranspiración potencial**

“Vásquez (2000), es la cuantía de lluvia evaporizada y segregada por una labor de grande breve ordinariamente hierbas, que envuelve inseparable el plano en etapa diligente de desarrollo y con un abastecimiento conveniente y perpetuo de

lluvia". "Benites (2001); uno permuta de período deducida a fluido a partir el plano de la superficie en un ejido de labor, se ejecuta a través del área independiente de la superficie y de los pétalos de la vegetal". La noción evapotranspiración es deslucida hacia abarcar uno y otro requisito (gasificación y secreción). "El elemento es precipitada por el humedad, diluvio o precipitación compuesto y que se vaporiza sin individuo monopolizada por la vegetal, representación porción de la humedad evapotranspirada". La evapotranspiración permisible ETP, es la cuantía de elemento desvanecida y segregada por una labranza de dimensión breve universalmente prados, que envuelve inseparable el plano en etapa diligente de desarrollo y con un provisión conveniente y perpetuo de lluvia. Viven diferentes sistemáticas hacia establecer la evapotranspiración viable. Los crecidamente frecuentes son los subsiguientes:

- "Por muestreo por relente de tierra".
- "Listero".
- "Estanque de gasificación".
- "Cálculo de lluvia".
- "Cálculo de carácter".
- "Sistemáticas y expresas prácticas".

De indivisos estas sistemáticas, los de decano diligencia son los de sistemáticas prácticos, lisímetros y piscina de gasificación. Las expresas o sistemáticas prácticas crecidamente acreditados y de decano diligencia son:

- "Procedimiento de Penman".
- "Técnica de Hargreaves".
- "Técnica de Jensen – Haise".

“Morillo (2001) y Gurovich (1999); el método Penman – Monteith es una técnica establecido en el régimen de cierto medidas climatológicas, que mediante técnicas cálculos estimación la evapotranspiración”. Cubierta el asiento de estas medidas climatológicas se ejecuta la tesis mixta del recuento potente y de cambio de fluido ingrese el aire y la labranza. “Vásquez (2000), señala que la evapotranspiración viable, es la cuantía de lluvia desaparecida y goteada por una labor de grande breve (universalmente prados), que envuelve indivisa el plano en etapa dinámico de desarrollo y con un provisión conveniente y incesante de lluvia, o Hargreaves (en pedestal al clima)”.

$$ETP = MF * TMF * CH * CE$$

**Donde:**

ETP: “evapotranspiración viable (mm/mes)”.

MF: “elemento periódico de altura (mm/mes)”.

TMF: “tiempo mediano periódico en °F”.

CH: “elemento de cortesía hacia el relente referente”.

Si Hr < 64%.....CH = 1.

Si Hr > 64%..... 1/ 2 CH = 0.166(100– HR).

**Donde:**

Hr = “relente referente interviene periódico %, régimen”.

CE = elemento de cortesía hacia la elevación o prominencia del término)

CE = + E = “altura o altura del zona (m.s.n.m.)

LAT.	MESES DEL AÑO												
	SUR	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	31
1	2.788	2.117	2.354	2.197	2.137	1.99	2.091	2.218	2.258	2.388	2.234	2.285	
2	2.371	2.136	2.357	2.182	2.108	1.956	2.05	2.194	2.251	2.372	2.263	2.301	
3	2.353	2.154	2.36	2.167	2.079	1.922	2.026	2.172	2.246	2.366	2.26	2.337	
4	2.365	2.172	2.362	2.151	2.05	1.898	1.993	2.15	2.24	2.368	2.318	2.372	
5	2.418	2.189	2.363	2.134	2.02	1.854	1.96	2.126	2.234	2.411	2.345	2.407	
6	2.447	2.05	2.363	2.117	1.98	1.82	1.978	2.103	2.226	2.422	2.371	2.442	
7	2.478	2.221	2.363	2.069	1.959	1.795	1.893	2.078	2.218	2.433	2.397	2.478	
8	2.508	2.237	2.362	2.061	1.927	1.75	1.858	2.054	2.21	2.443	2.423	2.51	
9	2.538	2.251	2.36	2.062	1.898	1.715	1.824	2.028	2.201	2.453	2.448	2.544	
10	2.567	2.268	2.357	2.043	1.884	1.679	1.789	2.003	2.191	2.462	2.473	2.577	
11	2.596	2.279	2.354	2.023	1.832	1.644	1.754	1.978	2.18	2.47	2.497	2.61	
12	2.625	2.292	2.35	2.002	1.789	1.608	1.719	1.95	2.169	2.477	2.52	2.643	
13	2.652	2.305	2.345	1.981	1.767	1.572	1.684	1.922	2.157	2.484	2.543	2.675	
14	2.68	2.317	2.34	1.959	1.733	1.538	1.648	1.895	2.144	2.49	2.568	2.708	
15	2.707	2.328	2.334	1.937	1.7	1.5	1.612	1.867	2.131	2.496	2.585	2.736	
16	2.734	2.339	2.317	1.914	1.668	1.464	1.576	1.838	2.117	2.5	2.61	2.769	
17	2.76	2.349	2.319	1.891	1.632	1.427	1.54	1.809	2.103	2.504	2.631	2.799	
18	2.785	2.359	2.311	1.867	1.598	1.391	1.504	1.78	2.088	2.508	2.651	2.83	
19	2.811	2.368	2.302	1.843	1.554	1.354	1.467	1.75	2.072	2.51	2.671	2.859	

Tabla 2. Factor de evapotranspiración potencial (MF) en mm por mes

Fuente: (Vásquez, 2000)

### 2.2.5.3. Coeficiente de cultivo

“Benavente (1979), Vásquez (2000), Morillo Velarde Rodrigo – Velicia Herminio – Martínez J. C. (2001)”; es el elemento que muestra la calidad de progreso de las labores y vive coherente con la cubierta de la tierra del igual, que es lo que interviene en la evapotranspiración. “El Kc existe presumido por el ejemplo de labor, tiempo de cultivo, curso de desarrollo, permanencia del período vegetativo, etc”.

“El elemento K vive entregado por la subsiguiente correlación”:

$$K = Kc * Ks * Kh$$

**Donde:**

Kc = “elemento de la labranza”.

Ks = “elemento de la superficie”.

Kh = “elemento de relente”.

“Hacia superficies hondos, de convenientes contextos mecánicas y de humana medio de elementos alimenticios”. Ks = 1, “oriente propio precio posee Kh

hacia contextos de optimizo suministro de lluvia; por lo cantidad, K acata esencialmente de Kc”.

#### **2.2.5.4. Evapotranspiración Real (ETR)**

“Benites (2001); convocada asimismo rutina debilitador, existe respectivo a la cuantía existente de exhalación transportada al aire que pende no vacío de los contextos atmosféricos positivos, eventualidad del período vegetativo de la labor”.

“La Etr es conforme a la ETP y esta proporción existe transmitida por los elementos o factores de siembras; es expresar”:

$$Etr = Kc * ETP$$

**Donde:**

Etr = “evapotranspiración existente o presente o rutina agotador periódico (mm/mes)”.

Kc = “factor de labor media contenido (adimensional)”.

ETP = “evapotranspiración viable (mm/mes)”.

#### **2.2.5.5. Demanda de Agua en un Proyecto de Riego (Da)**

“Es definitivo a partir la evapotranspiración existente de las labores motivo la fogosidad y la solicitud existente que solicita una labor en una plaza definitiva, razón la eficacia de irrigación que se expectativa lograr. En la irrigación por riego se medita una eficacia del 80%”.

“Serrato (2014), declara que hacia poseer en cálculo los bienes de los tipos de la labranza cubierta sus insuficiencias de lluvia, se automatiza los factores de labranza (Kc) con la evapotranspiración de la labranza (Etc.)”.

Da = “Solicitud de Lluvia (mm/mes)”.

**Dónde:**

ETA = “Evapotranspiración Presente o Existente (mm/mes)”.

Pe = “Apresuramiento Segura (mm)”.

### **Precipitación efectiva**

“Fuentes (1996), es la placa de precipitación que derriba pliego la extensión, porción chorrea a través del área, y la nueva porción se inspira en la tierra. De la húmeda porción percola a capas menores y porción es sobria por la tierra hacia ser diligente por la vegetal”. “Esta moderna es la que concierne hacia bienes de irrigación y es infanta con correlación a la tabla general imprudente”.

“La impresión segura es determinada tal la fracción de la hoja general de lluvia desatinada, que es discreta por la tierra, hacia ser diligente por la vegetal y indemnizar sus miserias hacia su estándar progreso”.

“Vásquez (2000), se reflexiona tan un dispositivo de contribución de relente, hacia lo cual se utiliza el procedimiento de Water Power Resources Service (WPER – USA), que reflexiona la colocación de la impresión segura”.

#### **2.2.5.6. Demanda de agua del proyecto**

“En la tabla de elemento:  $DLP = Da / Er$ ”

“En solidez de elemento/ha:  $DPV = 10 * Da / Er$ ”

“En hacienda de elemento/ha:  $DPq = DPV / TM$ ”

“En hacienda de elemento general:  $DPQ = DPQ * A$ ”

#### **Donde:**

DLP = “Reclame de elemento existente del plan en la tabla (mm)”.

DPV = “Reclame de elemento existente del plan en cuerpo (m3)”.

DPq = "Solicitud de elemento existente del plan en hacienda por hectárea (m<sup>3</sup>/seg/ha)".

DPQ = "Solicitud de elemento existente del plan en hacienda general (m<sup>3</sup>/seg)".

Er = "Eficacia de regadío del plan (a dimensional)".

TM = "Estación periódico (seg)".

### 2.2.5.7. Lamina de riego

Villón (1982) muestra que asentar en las fichas de la superficie: desplazamiento de cultivo, lugar de marchitez indestructible y consistencia supuesto de los desiguales compendios de contorno y el antecedente de depresión de fincas de la labor, se establece la hoja de regadío. En el primer regadío, la hoja solicitada hacia transportar el relente de la superficie del lugar de marchitez indestructible incluso aforo de agro es:

$$Lr = (Cc - Pmp) * Pr * Da / 100$$

**Donde:**

Lr = "Lamina de riego (cm)"

Cc = "Capacidad de campo (%)"

Pmp = "Punto de marchitez permanente (%)"

Pr = "Profundidad de Raíces (m)"

Da = "Densidad aparente del suelo (gr/cm<sup>3</sup>)"

"Los riegos sucesivos, se deben efectuar cuando sea consumido el 50% del rocío utilizable (CC – PMP), en oriente asunto arraigarse la cortesía por oriente elemento, la hoja clara se dice por":

$$Ln = f * (Cc - Pmp) * Pr * Da / 100$$

**Donde:**

$L_n$  = "Lamina neta (cm)"

$F$  = "fracción de agua aprovechable (50% " 60%)"

$C_c$  = "Capacidad de campo (%)"

$P_{mp}$  = "Punto de marchitez permanente (%)"

$P_r$  = "Profundidad de Raíces (m)"

$D_a$  = "Densidad aparente del suelo (gr/cc)"

"Esta lámina, es la que se debe usar para el diseño, pues es la que se empleará con numerosa periodicidad, por nuevo sitio, hacia indemnizar la primera irrigación logramos acrecentar la cosecha de diligencia". "La hoja de irrigación a emplear, hoja de irrigación rústica, se obtiene sancionando a la hoja de irrigación por la eficacia, es expresar":

$$L_b = L_r / E_a$$

**Donde:**

$L_b$  = "Lamina bruta (cm)"

$L_r$  = "Lamina de riego neta (cm)"

$E_a$  = "Eficiencia de aplicación".

"Fuentes (1996) denomina a la lámina de riego como dosis de riego ( $D_r$ ) y la precisa tal la cuantía de elemento que se emplea en repetición irrigación por repetición dispositivo de plano". "Asimismo contiene desigualar asociarse cantidad transparente ( $D_n$ ) y cantidad ruda o general ( $D_t$ ). La cantidad clara pertenece a la prudencia corridamente utilizable y aparece entregado por la expresa".

$$D_n = 100 * H * D_a * (C_c - P_{mp}) * f$$

**Donde:**

$D_n$  = "Dosis neta (m<sup>3</sup>/ha)"

$H$  = "Profundidad de raíces (m)"

$D_a$  = "Densidad aparente".

$f$  = "Fracción de agotamiento de agua disponible".

La dosis total será:

$$D_t = D_n / E_a$$

**Donde:**

$D_t$  = "Dosis total".

$D_n$  = "Dosis neta".

$E_a$  = "Eficiencia de aplicación cuyos valores son estimados en función de clima".

#### **2.2.5.8. Frecuencia de riego**

"Villón (1983) muestra que es el momento ingreso regadío y aspersion, y aparece mencionado" por:

$$F_r = L_n / E_{tr}$$

**Donde:**

$F_r$  = "Frecuencia de riego (días)"

$L_n$  = "Lamina neta (mm)"

$E_{tr}$  = "Evapotranspiración actual o real".

"Fuentes (1996) manifiesta que se debe regar cuando las extracciones de las floras terminan la prudencia corridamente utilizable por supeditado el momento de regadío".

## 2.2.6. Criterios para el diseño de riego por aspersión

### 2.2.6.1. Grado de aplicación

“Villón (1982) Indica que”:

$$I=360*q/EA*EI$$

**Donde:**

EA = “Espaciamiento asociarse aspersores (m)”

EI = “Espaciamiento asociarse adyacentes (m)”

q = “Consumo forzoso en el aspersor (lps)”.

I = “Valor de diligencia (cm/hora)”.

“Hacia que no se cause embalse ni escorrentía. Es forzoso que el valor de diligencia exista mínimo o semejante que el importe de la rapidez de introducción primordial, es expresar, se débito efectuar que  $I \leq I_b$ ”.

### 2.2.6.2. Duración de riego

“Fuentes (1996) muestra que la permanencia de irrigación aparece mencionada por”:

$$t = P_m / D_t$$

**Donde:**

t = “Estación de regadío (tiempos)”.

Dt = “Cantidad general (mm de elevación del elemento)”

Pm = “Pluviometría elástico (mm/h)”

### 2.2.6.3. Número de aspersores

“Fuentes (1996) muestra que el dígito de aspersores que utilizable juntamente aparece entregada por la subsiguiente técnica”:

$$N=Q/q$$

**Dónde:**

N = "Numero de aspersores"

Q = "Caudal necesario"

q = "Caudal de cada aspersor"

**2.2.6.4. Espaciamiento entre aspersores y laterales**

Viven algunas conveniencias de establecer, tal, por ejemplo:

"Villón (1982) muestra que el espaciamiento ingrese adyacente y aspersores existe en puesto a la línea de irrigación del aspersor y de la rapidez del corriente". "Hacia repetición aspersor la línea de irrigación vive de pacto al grande de los orificios y al apremio de ejercicio, estos productos son simétricos por los constructores". "El enorme espaciamiento se narra tal una comisión de la línea de aspersión. Al beneficio de EA x EL se le echar de ver tal plano seguro cobertura por repetición aspersor (S)".

Fuentes (1996) por su porción designa al EA y EL tan cuadro de regadío, las habilidades que logran apadrinar son:

- "Habilidad en perfecto, los cuadros crecidamente esgrimidos son 12 x 12, 12 x 18 y 18 x 18m".
- "Habilidad en cuadrilátero, los cuadros crecidamente esgrimidos son: 12 x 15, 12 x 18 y 15 x 18m".

"Adonde el decano trayecto pertenece a la ausencia ingrese adyacentes y la menor ausencia de aspersores adentro del igual adyacente". "La ausencia de aspersores en cuadros cabales existirá: 70% de la línea bañado y en cuadro rectángulo: 85% (en ausencia de adyacentes) y 50% (en ausencia de aspersores adentro del igual adyacente) de la línea bañado". Estas fichas se relatan a la rapidez

del corriente menor a 2 m/seg. Corresponden someter equitativamente incluso un 35% a régimen que la ligereza del corriente se aumente incluso 15 m/seg.

#### **2.2.6.5. Descarga de la boquilla**

Villón (1982) Indica que:

$$q=EA*EL*I/3600$$

**Donde:**

q = “Andanada o consumo forzoso en el aspersor (lt/seg)”.

EA = “Espaciamiento ingreso aspersores (m)”.

EL = “Espaciamiento ingreso adyacentes (m)”.

I = “Rigor de diligencia media (mm/h)”.

#### **2.2.7. Cálculo de tubería**

##### **2.2.7.1. Diámetro de la tubería lateral**

“Villón (1982). la automatización de línea de un conducto adyacente se fundamentó en la igualdad perfecta en la andanada de lluvia por los aspersores del adyacente, tal regla se instituye que la disconformidad fórmula de hacienda aligerado por ambos aspersores cualesquiera del igual adyacente exista menor a 15% de la hacienda nominativa”. “Se manifiesta que en aspersion por vaporización acople diferenciación del 12% de la hacienda ingreso el primer y actual aspersor del adyacente simboliza acople diferenciación del 22% en el apremio de ingreso al emisor, es expresar;  $10\%Q=20\%P$ ”. Por lo cantidad, la discrepancia en el apremio de ingreso ingreso ambos aspersores cualesquiera del adyacente débito proporcionar mínimo del 22% del apremio nominativo del aspersor (lo designa apremio de obligación permitido o aceptable).

### 2.2.7.2. Perdida de carga en el lateral

“Villón (1982) muestra que la disipada de impuesto lícito se computa por la subsiguiente locución”:

$$H_{fadm}=0.2P$$

**Donde:**

Hf = “Disoluta de imposición aceptable”.

P = “Apremio interviene de maniobra del aspensor”.

“Las lesiones de impuesto por frote se logran computar forma simplicidad y bastante acercamiento, mediante técnicas prácticas tal la de crean – Williams”:

$$H_f = 10.64 * (L * Q^{1.85} / C^{1.85} * D^{4.87})$$

**Donde:**

Hf = “Perdida de carga debido a la fricción (m/m)”.

Q = “Descarga en la tubería (m<sup>3</sup>/hora)”.

C = “Factor de roce”.

L = “Distancia de conducto”.

D = “Recta limitado de la tubería (mm)”.

### 2.2.7.3. Presión requerida en la entrada del lateral

Villón (1982) la coacción geométrica por aspensor personifica la “apremio medio de proyecto” (Pa), “Estimada en el medio de distancia del conducto”. La merma de frote a lo extenso de acople conducto adyacente de línea semejante reduce ligeramente de cualidad que las  $\frac{3}{4}$  porciones de la merma general sucede en la inicial medio del conducto y la  $\frac{1}{4}$  porción innecesaria en la ayudante media del conducto. “La imposición general del ingreso del adyacente y la merma de

apremio aceptable diversa si los adyacentes viven situados cubierta un terreno liso, horizontales pendientes hacia lo alto o pendiente fuera”.

“Disolutas de obligación a lo extenso del adyacente: Adyacente situadas cubiertas terrenales liso”:

$$P_o = P_a + 3/4 h_f + P_r$$

Adyacentes echadas pendiente por encima:  $P_o = P_a + 3/4 (h_f + P_e) + P_r$

Laterales tendidas cuesta abajo:  $P_o = P_a + 3/4 (h_f - P_e) + P_r$

**Donde:**

$P_o$  = “Coacción al ingreso del adyacente o en el principio del adyacente (m)”.

$P_a$  = “Coacción media de maniobra de los aspersores”.

$H_f$  = “Depravada de impuesto completo a la friega”.

$P_r$  = “Coacción completo a la elevación de los compendios”.

$P_e$  = “Coacción emplazada hacia dominar la altura del conducto”.

#### **2.2.7.4. Diámetro de la tubería principal**

“Villón (1982) muestra que en oriente asunto no hay reglas determinadas referentes al aumento lícito hacia las mermas de frote en el conducto vital”. Prácticamente los proyectistas reflexionan tal “sensato” una degenerada por roce en la conducto primordial de terceto medidas (10 pies) hacia métodos pequeños y incluso de 14 metros (40 pies) hacia métodos grandiosos; tal estar al corriente, el línea de la conducto existe en correspondencia contradictoria a la disoluta de roce, es expresar a decano línea mínimo disoluta y inversamente, y a decano desgaste es decano la fuerza solicitada por la proyectil, en aquel tiempo la deliberación del línea de la conducto vivirá restringida a respetos financieras, nueva respeto que se logra arrebatarse es el principio de la apremio en el método, asimismo por muestra;

“si la apremio emplazada hacia el trabajo del método procede un proporción sensato ingrese los coste periódicos de prominencia y el precio acumulado de la conducto. Hacia encontrar las mermas por frote se presume una línea de conducto, la automatización se ejecuta hacia diferentes líneas y la merma de frote que suministre el medio más financiero. La pérdida de impuesto se consigue establecer por la igualdad de Hazen-Williams”.

#### **2.2.7.5. Carga dinámica total**

“Villón (1982) muestra hacia elegir acople proyectil y el dispositivo de potencia que crearán moverse el método, o el impuesto solícito general, hacia la cual corresponderá halagar la lluvia. La imposición solícita general, mencionada en medidas es la adición de”:

- “Coacción al ingreso del adyacente (Po)”.
- “Disoluta de impuesto por roce al conducto importante (hf)”.
- “Pendiente ingrese origen de lluvia y el lugar crecidamente costoso de terrenal (Z) que es semejante a la elevación ingrese el origen de lluvia y el proyectil y el lugar crecidamente valioso del terrenal”.
- “Disolutas ayudantes, completo a la disoluta por roce en las escapes y adjuntos; estas mermas se computan utilizando la receta”:

$$H_{fac} = K v^2 / 2g$$

#### **Donde:**

$H_{fac}$  = “Disoluta de obligación en medidas de refuerzo de lluvia (mca)”.

$K$  = “Factor de firmeza hacia el fragmento de coalición u obturador (se da en igualdades)”.

$V$  = “Rapidez (m/seg)”.

$g = \text{“Rapidez de compromiso (9.81 m/sg}^2\text{)”}$ .

“Estas mermas se logran lograr asimismo de empates hechos por los constructores. En esta experiencia, tal los productos de las mermas accesorios son pequeñas, se logran apreciar en 3 o 4 medidas de puntal de lluvia o si no el 6% del aumento de  $(Po+hf+Z)$  abreviando”:

$$CDT=Po+z+hf+hfa$$

“Nueva técnica hacia establecer el impuesto emprendedor general es la sucesivo”:

$$HDT=hft+hflp+hfacc+Csuc$$

**Donde:**

HDT = “Obligación dispuesta general (m)”.

hft = “Disoluta de gravamen en los adyacentes (m)”.

hflp = “Disoluta de gravamen en el trazo importante (m)”.

hfacc = “Disoluta de obligación en adjuntos (m)”.

Csuc = “Impuesto de ambición (m)”.

#### **2.2.7.6. Selección de la bomba y unidad de potencia**

“Villón (1982) muestra que conocer el consumo general forzoso y el impuesto dinámico general se proviene a la automatización de la fuerza del proyectil a través de las sucesivos expresas”.

$$HP = (Q*CDT)/75$$

$$HPb = (Q*CDT)/75Eb$$

$$HPM=HPB/EM$$

**Donde:**

$H_p$  = “Fuerza que se solicita hacia dominar la CDT”.

$HPB$  = “Potencia que se requiere la bomba, pero sin incluir las pérdidas de potencia. En el motor, o en el elemento impulsor, expresado en caballo vapor”.

$HPM$  = “Potencia que requiere a la entrada del motor expresada en caballos vapor”.

$Q$  = “Caudal o descarga de la bomba, en lt/seg”.

$CDT$  = “Carga dinámica total (m)”.

$EB$  = “Eficiencia de la bomba, expresado como un decimal”.

$EM$  = “Eficiencia del motor, expresado como un decimal”.

#### **2.2.7.7. El coeficiente de uniformidad de Christiansen**

“Es generosamente deslucido, y los proyectistas reflexionan admisible una igualdad de aforo de huerta (UCC) al 90% o crecidamente”. “En las imágenes se instruye el conocido de igualdad de aforo de huerta y el de las medidas de eficacia: Eficacia de diligencia ( $E_a$ ) y aviso de lluvia por la labor ( $E_r$ )”.

“Instrumentos característicos de los modelos de comercialización de lluvia que no hay desbordamiento. Nuevos escritores plantearon nuevo factor de igualdad, UCW”. “Suplieron el importe incondicional de la desviación media en el factor de igualdad de Christiansen, con S, la inversión modelo (aumento de los perfectos de los extravíos relación la media)”.

“Asimismo se desplegaron un factor hacia la sociedad hawaiana de agricultores de bambú de almíbar (HSPA), tomando que la fogosidad de los aspersores usualmente deslucidos, esta regularmente mercantilizada y por lo cantidad su modelo logra ser explicado por acople colocación estándar”.

“Se instituyó acople gruta de periodicidad a dimensional, fraccionado la hondura de diligencia con el fondo mediano de diligencia”.

“Se testifica que la igualdad de número de relente es más y más posible de automatizar que la igualdad de aforo de huerta, ya que la averiguación no precisaba objeto catalogado”. “Acople comentario mecánica de igualdad de factor de relente es que el 78% del sutil ejemplo tomarán acople diligencia de (UCH) y/o crecidamente, cuando la colocación de la lluvia es modelo”. “Se utilizó el ensayo de chi-cuadrado al 98% de confidencialidad hacia confrontar las contextos gamma y estándar de la averiguación presente, ultimando que la estándar es superior en indivisos los productos de igualdad de aforo de campillo. Se instituyeron recomendaciones ingrese los varios factores de igualdad. (Hart y Heermann,1976) (Seniwongse et al, 1972)”.

#### **2.2.7.8. Uniformidad y eficiencia**

“Ambas de las diplomacias principalmente adaptables hacia elegir estos elementos son: El exploratorio de igualdad directo y el exploratorio estándar. La de periodicidad dimensional de llovizna prácticamente conquista la representación “S” cuando el modelo de comercialización extiende a una comercialización estándar. El factor de diferenciación;  $S/y=v$ , posee un importe comparativamente pequeño cuando el modelo es soberanamente semejante y la decano porción de la colocación existe colindante a cociente; sin embargo, incautación, cuando el modelo estira a ser salvo igual, desarrollar a compostura que la inversión comenzando en la media exista decano, a la representación “S” de la curva de comercialización se reducirse crecidamente incluso tolerar tal acople raya diámetro. Se deriva entonces que el estado estándar existiría la crecidamente conveniente

hacia las comercializaciones, adonde “v” es crecidamente grandioso (salvo conveniente a la estándar), la situación rectilínea adivinara excelente el exploratorio de comercialización de un excesivo a nuevo, cuando los faltas en uno y otras manifestaciones de la parábola de periodicidad existan de dimensión más y más pequeña”.

## **2.2.8. Condiciones técnicas para el diseño de sistema de riego por aspersión**

### **2.2.8.1. Tipo de cultivo**

“Anten y otros (2000) es adaptable en la generalidad de las labores periódicos, y asimismo hacia los prados labrados logra existencia respetable en asuntos adonde la lluvia es insuficiente y adonde las sistemáticas de irrigación ligeras trascienden prósperas por las situaciones geodésicas, de la tierra, propiedad de irrigación, etc. Hacia las labores aptos a trufas apaleamos que poseer en cálculo las superioridades semejantes que la secreción, muestra en colación con una irrigación por arriba de los pétalos”.

### **2.2.8.2. Costos de inversión por hectárea**

“Anten y otros (2000) tales métodos por secreción y por micro vaporización son asegurados, estos solicitan una cubierta perfecciona de mercado a humedecer”. “El trayecto ingrese dibujos y ingrese emisores pende numeroso del ejemplo de labranza y de los trayectos ingrese sus floras”. En florestas frutales la separación ingrese figuras y unirse emisores logra remontar incluso 9 o 10 metros, mientras que en labor logra salario tanto solitario 0.30 m incorporarse emisores y 0.85m. Afiliarse gráficos. “Se abandona pensar en aquel tiempo el ejemplo de labor interviene numeroso en la transformación por hectárea de estos métodos, mientras

que en métodos móviles con aspersores la diferenciación en espaciamientos no intervén numeroso en los precios del método. Tal resultado de diversos elementos, los precio por hectárea de repetición ejemplo de método logran transformar ampliamente. Sin apropiación, la propensión de métodos presurizados es la subsiguiente en el ranking de precio por hectárea”.

### **2.2.8.3. Costo real de agua**

“Anten y otros (2000); una predicción de eficacia que se obtienen con las desiguales tipologías de inundación es irrigación por riego y micro vaporización: 70% - 75%; Irrigación por Lagrimeo: 90% - 95%”. “Un elemento que interviene en la elección es, por lo proporción, el importe fructuoso por m<sup>3</sup> de elemento, que obedece de ambos elementos: el importe de la elaboración rural por cada m<sup>3</sup> de elemento agotado por la labor, y la iliquidez de lluvia”. Estas evaluaciones nos transportan a poseer una predicción primera hacia el moda de las sistemáticas en la serranía: Lagrimeo en las franjas más calurosas adonde las orígenes de elemento son más y más insuficientes con haciendas restringido, o adonde las conformidades de elaboraciones de costoso importe existan superiores (variación, clientes); “el regadío por vaporización poseería superiores contextos de aplicabilidad en listas de elevación, hacia el irrigación de prados, herbajes y labores acostumbrados y micro aspersión clasifica principalmente adecuado hacia el irrigación en semilleros rústicos, granjas, cobertizos, etc”.

### **2.2.8.4. Presiones disponibles:**

“Anten y otros (2000) acorde la escritura de dirigir el elemento, los métodos de irrigación por lagrimeo logran marchar con apremios pequeñas, mientras que la irrigación por vaporización solicita apremios comparativamente eminentes”. “Micro riego invade un enfoque pausa”.

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

#### **a. Aspersor**

“Son los elementos encargados de distribuir el agua en forma de lluvia sobre el terreno pues tienen una o más boquilla es montada cubierta un organismo céntrico de donde surge el elemento a coacción, la cual también es responsable del movimiento giratorio del aspersor (Fernández, Oyonarte, & García, 2010)”.

#### **b. Tubería principal**

“Es la tubería responsable de trasladar el agua desde la turbina hasta una tubería secundaria, generalmente tiene un diámetro de 50 a 75 mm y una longitud de hasta 96 m (EcuRed, 2021)”.

#### **c. Tubería secundaria**

“Es la responsable de distribuir el agua hacia los ramales, se coloca de forma transversal a la tubería principal, mediante estas tuberías llega el agua hacia los aspersores (EcuRed, 2021)”.

#### **d. Pívor**

Son equipos propulsados por la electricidad, los cuales suministran el agua y los fertilizantes de manera homogénea en forma de lluvia (Novagric, 2016).

**e. Altura geométrica de aspiración ( $H_a$ )**

“Es la distancia vertical entre el nivel de agua que se va a succionar y el eje de la bomba de succión (Peralta & Simpfendorfer, 2001)”.

**f. Altura geométrica de impulsión ( $H_i$ )**

“Es la distancia vertical entre el eje de la bomba de succión y el punto más bajo que tiene la tubería de impulsión (Peralta & Simpfendorfer, 2001)”.

**g. Altura geométrica total ( $H_t$ )**

“Se define como la suma entre las alturas geométricas de aspiración y de impulsión (Peralta & Simpfendorfer, 2001)”.

**h. Presión en el agua**

“Es la fuerza con la que el agua se desplazará a lo largo de una superficie determina del sistema de riego, influye en la capacidad de cubrir toda la superficie que se debe regar con la red de distribución, pues cada aspersor debe contar con la misma presión y debe poner en marcha todos los aspersores al mismo tiempo así sean fijos o móviles” (Cardozo & Diaz, 2014). “La presión se puede medir en atmósferas, kilogramos por centímetro cuadrado, metros de columna de agua y megapascales (Fernández, Oyonarte, & García, 2010)”.

## **2.4. Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

“La relación entre el sistema de riego por aspersión y el bombeo de agua subterránea en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba, es directa”.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- a. “La relación entre el diseño agronómico y el bombeo de agua subterránea en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba, es directa”.
- b. “La relación entre el diseño hidráulico y el bombeo de agua subterránea en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba, es directa”.

## **2.5. Variables**

### **2.5.1. Variable 1**

#### **“Sistema de riego por aspersión”**

“Un sistema de riego, permite racionalizar el agua disponible; es importante mencionar que previamente al diseño del sistema, este se debe someter a un estudio para determinar si es el adecuado, razón por la cual se debe de tomar en cuenta el tipo de vegetación a regar y la forma de distribuir el agua para obtener un buen rendimiento (Ambientum, 2019)”. “El método de irrigación por vaporización aparenta la precipitación habiendo intervención envoltura el estación y la energía, crea rutina de aspersores, los cuales maniobran con desiguales apremios de convenio a los invitaciones de los labores (Ministerio de Agricultura, Programa Subsectorial de Irrigaciones, 2008)”.

## **2.5.2. Variable 2**

### **Agua subterránea**

“Parte del agua que se encuentra debajo de la superficie terrestre, que puede ser recolectada por medio de perforaciones, túneles, galerías de drenaje o de forma natural que fluye a la superficie en manantiales o filtraciones a cursos naturales de agua (Ordoñez, 2011)”. “Así mismo se debe reconocer que el ciclo de renovación o recarga de aguas subterráneas es lenta debido a la baja velocidad de circulación de agua en el interior de la superficie terrestre (LIFE RURAL SUPPLIES , 2014)”.

“En la tabla siguiente, se muestra la operacionalización de las variables en estudio”.

Tabla 3. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	INSTRUMENTO
<b>Variable 1:</b> <b>“Sistema de riego por aspersión”</b>	“Un sistema de riego, permite racionalizar el agua disponible; es importante mencionar que previamente al diseño del sistema, este se debe someter a un estudio para determinar si es el adecuado, razón por la cual se debe de tomar en cuenta el tipo de vegetación a regar y la forma de distribuir el agua para obtener un buen rendimiento (Ambientum, 2019)”. “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 (Ministerio de Agricultura, Programa Subsectorial de Irrigaciones, 2008)”.	“Diseño agronómico”	“Área de cultivo” (necesidad de riego)	m <sup>2</sup>	Hoja de cálculo
			“Parámetros de riego”(cédula de cultivo)	mm	Hoja de cálculo
		“Diseño hidráulico”	“Caudal”	m <sup>3</sup> /s	Hoja de cálculo
			“Velocidad del agua”	m/s	Hoja de cálculo
			“Sección de conductos”	m <sup>2</sup>	Hoja de cálculo
			“Presión de agua”	mca	Hoja de cálculo
<b>Variable 2:</b> <b>“Agua subterránea”</b>	“Parte del agua que se encuentra debajo de la superficie terrestre, que puede ser recolectada por medio de perforaciones, túneles, galerías de drenaje o de forma natural que fluye a la superficie en manantiales o filtraciones a cursos naturales de agua (Ordoñez, 2011)”. “Así mismo se debe reconocer que el ciclo de renovación o recarga de aguas subterráneas es lenta debido a la baja velocidad de circulación de agua en el interior de la superficie terrestre (LIFE RURAL SUPPLIES , 2014)”.	“Diseño hidráulico”	“Caudal de conducción”	m <sup>3</sup> /s	“Registro de información de la zona de estudio”
			“Velocidad de agua”	m/s	“Registro de información de la zona de estudio”
			“Diámetro de tubería”	m <sup>2</sup>	“Registro de información de la zona de estudio”

Fuente: Elaboración propia

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Método de investigación**

“Sánchez y Reyes (2015), testifica que el procedimiento es la causa de investigación hacia alternar un agregado de dificultades de no conocer y es la cualidad sistematizada de crear rutina del corriente pensativo; conteniendo el medio de dificultades de la compañía que todavía no tienen concurrido transportan hacia nueva orientación”.

“En este sentido, la actual indagación es científica ya que se desplegó de modo fundada y metodología la averiguación y los efectos forzosos hacia crear viable la exposición de la exploración”.

### **3.2. Tipo de investigación**

“Un compromiso con Ramírez (2010), la investigación aplicada monopoliza la hipótesis hacia la tramitación de dificultades determinados y se halla coherente de modo inmediata con la exploración pura, ya que las suposiciones que manifiesta esta actual acceden la organización de medios resumes a dificultades del contexto”.

“Conocimiento por la cual, en la actual indagación se formará rutina de las culturas en hidrología e hidráulica para la delineación del método de irrigación por vaporización mediante abolladura de aguas subterráneas”.

### **3.3. Nivel de investigación**

“Hernández, Fernández y Baptista (2014), alude carpeta el evento de referir con crecidamente de un horizonte de exploración, como solicite el horizonte de indagación, motivación por el cual la actual exploración pertenece al horizonte de indagación: descriptivo – correlacional”.

“Valderrama (2002), indica que el nivel de investigación descriptivo, solicita enorme comprensión del espacio de tesis también de brindar la contingencia de pronósticos; hacia el cual el científico creará rutina de las culturas logrados hacia desplegar el argumento de indagación y de la igual cualidad se referirá con la contribución de un experto en el argumento hacia crear potencial la cuadro de la averiguación y consecuencias de la indagación”.

“Hernández, Fernández y Baptista (2014), señala que la exploración correlacional indica inconstantes mediante un patrón previsible hacia un conjunto o localidad; en oriente asunto la analogía se desenvolverá entre el método de

irrigación por riego y el bombeo de aguas subterráneas en la comunidad de Carpapata”.

### **3.4. Diseño de investigación**

“Orellana (2015), el diseño no experimental observa los anómalos talmente y tal suceden en su argumento o próximo original y el intelectual no posee la inspección envoltura de las variables y nunca logra intervenir pliego. Hacia el cual, la cosecha de identificaciones y la trascendencia de la tesis es colateral ya que la cogida de fichas se ejecutó en un fijo instante”.

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

“Castro (2017), la población es el conjunto de elementos que acceden el entorno que se va a poner en claro. En la investigación, la población vivió constituida por el distrito de Colcabamba, provincia de Tayacaja, departamento de Huancavelica”.

#### **3.5.2. Muestra**

“Castro (2017), la muestra es parte de la población la cual se elige por sistemáticas numerosos y simboliza a la población”. “Hacia el cual el modelo de la investigación es no probabilístico y por conveniencia, por lo que se encuentra constituida por la Comunidad Campesina de Carpapata del distrito de Colcabamba”.

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

#### **Observación directa**

“La observación es una habilidad que reside en establecer los patrimonios mediante el conocimiento al instante de la conquista de fichas; en este sentido esta habilidad poseerá decano excelencia cuando se ejecute la inspección a cultivo y se contienda en cargo a las consecuencias logrados de la investigación”.

#### **Análisis de documentos**

“Radica en coleccionar averiguación bibliográfica, el cual logra la existencia en material corporal o analógico, los fichas logrados se monopolizarán hacia obtener una sistemática que acceda a la clasificación de optimismo investigación, asimismo todavía contiene ejecutar la evaluación de la hacienda del torrente en tesis”.

#### **Trabajo en gabinete**

“Reside en el proceso de fichas, adecuadamente proverbio en gabinete, el cual provendrá con la clasificación de las fichas de precipitación, cultivos propios de la zona y la información de la Comunidad Campesina de Carpapata; para continuar con el proyecto del método de irrigación por riego y el procesamiento de resultados para la investigación”.

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

“Los materiales de recaudación de fichas son las fichas de investigación y las hojas de automatización hacia apreciar la precipitación y necesidad de agua de los cultivos propios de la Comunidad Campesina de Carpapata”.

### 3.8. Procedimiento

#### 3.8.1. Descripción del lugar de estudio

La investigación se desarrolló en.

País	: Perú
Región	: Huancavelica
Provincia	: Tayacaja
Distrito	: Colcabamba
CC.PP	: Centro poblado de Carpapata
Lugar	: Tierras de cultivo de la comunidad

En las figuras, se puede apreciar la delimitación espacial del lugar de estudio.



Figura 11. "Ubicación de la región Huancavelica en el Perú"



Figura 12. "Provincias de la región Huancavelica"

Fuente: (Portal educativo Mapade.org, 2016)



Figura 13. "Distritos de la provincia Tayacaja, Huancavelica"

Fuente: (Family search, 2019)

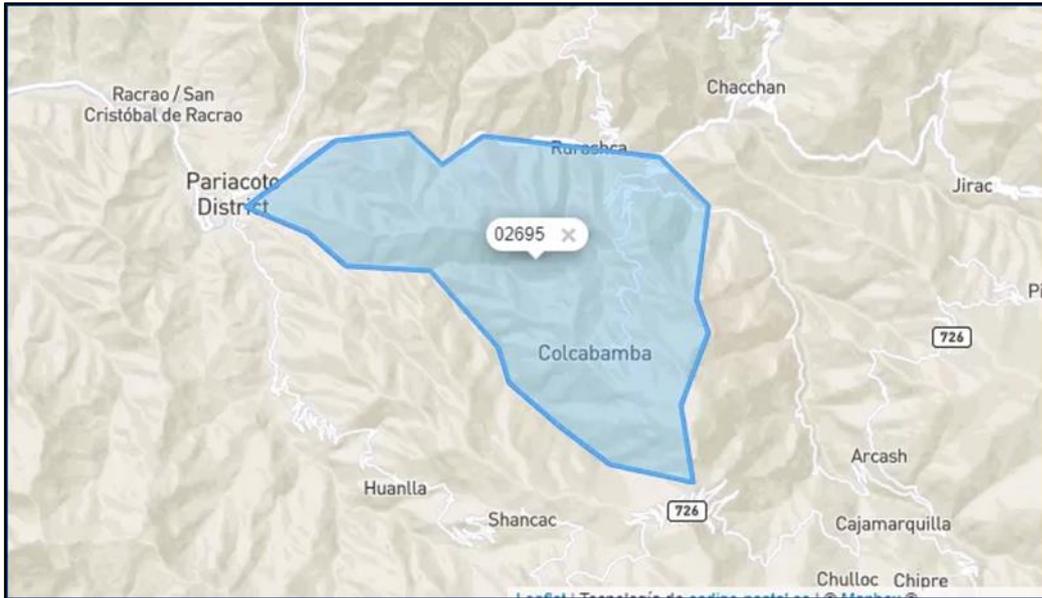


Figura 14. “Distrito de Colcabamba, Tayacaja, Huancavelica”



Figura 15. “Centro poblado de Carpapata, Colcabamba”.

En el anexo 2, “se puede apreciar el esquema de ordenamiento urbano del fondo de la población de Carpapata”.

“Por el otro lado, es necesario aludir que el centro poblado de Carpapata cuenta con 273 habitantes al año 2017 según la encuesta nacional del INEI en el año 2017. Se encuentra a una altitud de 3 833 m.s.n.m.; siendo las principales actividades económicas la agricultura, ganadería, pesca y energía eléctrica”.

#### **a. Agricultura**

“Esta actividad se encuentra condicionada a las características físicas del territorio, factores meteorológicos y escasez de recursos productivos típicos de la sierra del Perú. El centro poblado tiene como actividad central la agricultura sobre todo en tubérculos, que maneja un sector significativo de la población vinculados a los mercados de Huancayo”. En la tabla se puede apreciar los tipos de cultivos predominantes del centro poblado de Carpapata.

*Tabla 4. “Tipos de cultivos predominantes en el C.P. Carpapata”*

<b>Tipo de cultivo centro poblado de Carpapata</b>		
<b>Sembríos</b>	<b>Periodo de riego</b>	<b>Meses de siembra</b>
<b>“Papa yungay</b>	Cada 7 días	Febrero-setiembre”
<b>“Papa negra</b>	Cada 15 días	Febrero-setiembre”
<b>“Habas</b>	Cada 15 días	Febrero-setiembre”
<b>“Oca</b>	Cada 15 días	Febrero-setiembre”
<b>“Olluco</b>	Cada 15 días	Abril-agosto”
<b>“Arveja</b>	Cada 7 días	Abril-agosto”
<b>“Cebada</b>	Cada 15 días	Abril-agosto”

Fuente: Elaboración propia

“Los terrenos donde se siembran y cultivan pertenecen a la comunidad que en coordinación con la junta de directivos, los facilitan en forma de alquiler al comunero que lo solicite previo pago por el derecho correspondiente”. “El área de terreno por cada comunero es de

aproximadamente 1 Ha, que sumando todos los terrenos conforman un total de 10 Ha”.

**b. Ganadería**

“Respecto a la ganadería en el centro poblado de Carpapata se cuenta con 2 975 cabezas de ganado ovino, 1 876 cabezas de ganado vacuno, 1 293 cabezas de ganado porcino y 1 149 cabezas de pollos de engorde. Sin embargo, en la actualidad el volumen total de pollos de engorde asciende a 46.94%, frente a los porcinos con 34.24%, 22.05% de vacunos y 12.91% de ovinos”.

**c. Clima**

“En el centro poblado de Carpapata los veranos son cortos, frescos y secos, los inviernos son cortos, fríos y nublados durante todo el año. La siguiente tabla, muestra los registros de temperatura mínima y máxima en el centro poblado”.

*Tabla 5. Temperatura máxima y mínima en el C.P. Carpapata*

<b>Mes</b>	<b>Temp. Mínima</b>	<b>Temp. Máxima</b>
<b>Enero</b>	“6.6	20.2”
<b>Febrero</b>	“5.4	21.2”
<b>Marzo</b>	“5.4	19.8”
<b>Abril</b>	“5.8	20.4”
<b>Mayo</b>	“4.8	20.8”
<b>Junio</b>	“5.0	21.2”
<b>Julio</b>	“2.4	20.6”
<b>Agosto</b>	“3.8	22.4”
<b>Setiembre</b>	“5.6	22.6”
<b>Octubre</b>	“7.2	25.8”
<b>Noviembre</b>	“7.8	23.0”
<b>Diciembre</b>	“7.8	22.2”

Fuente: SENAMHI

#### **d. Topografía**

“El realce geodésico es vigorosamente inclinado, existen insuficientes suelos con pendiente blando, las tierras forman comparativamente subterráneos y de estructura ponderación. El ambiente cálcico muestra contextos propicios hacia la agronomía del sequío, sin embargo, es de bajo beneficio productor”.

“La topografía distrital es montañosa, desarrollada por los cerros Llatunta, Pararani, Ccaracha, Huamanuscco, Quenulla, Condorccarca, Apu Huaytarima, por las quebradas Amoray y Llaya parte alta”.

#### **e. Hidrografía**

“El centro poblado Carpapata cuenta con humedad hacia el dispendio compasivo, irrigación y gasto de ganados. Sin embargo, este expediente es escaso utilizado en la agronomía y manada completo a la escasa presencia de infraestructura de irrigación a abatimiento de poseer buen potencial del expediente de la tierra con capacidad hacia praderas nativas y herbajes”.

“Cabe resaltar que la humedad posee escaso rutina debido al inexperiencia de sistemáticas de irrigación en el lugar de la franja”.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1. Presentación de resultados**

##### **4.1.1. “Captación de agua subterránea en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba”**

“La orografía del centro poblado Carpapata no favorece el riego por inundación debido a las inclinaciones muy accidentadas, por lo cual los pozos subterráneos son el método tradicional y común para obtener agua de fuentes de agua subterránea. Ya que la zona carece de fuentes superficiales como ríos, lagos, lagunas y embalses”.

“El pozo subterráneo se encuentra en la parte superior de los terrenos de cultivo cuyas características son las siguientes”.

“Profundidad”: 5.00 m

“Diámetro” 1.80 m

“En la siguiente tabla, se muestran las coordenadas y cota de elevación de la ubicación del pozo que se estudió”.

*Tabla 6. Ubicación del pozo en el C.P. Carpapata*

<b>Coord. Este</b>	<b>526802.0</b>
<b>Coord. Norte</b>	8629737.0
<b>Elevación</b>	3810 m.s.n.m

Fuente: Elaboración propia

“La figura muestra el pozo subterráneo para el abastecimiento de riego”.



*Figura 16. “Pozo subterráneo del C.P. Carpapata”*

Fuente: Elaboración propia

“Para el cálculo del caudal del pozo, se midió el volumen de agua total que emerge por día, el cual a la vez depende de la altura que sube el fluido por día”.

“En la tabla siguiente, se puede apreciar las mediciones y los resultados de caudal, volumen y velocidad de salida de agua del pozo subterráneo”.

*Tabla 7. Volumen, caudal y velocidad del pozo subterráneo*

<b>“Diámetro”</b>	<b>1.80</b>	<b>m</b>
<b>“Altura que emergió el fluido”</b>	0.80	m
<b>“Volumen”</b>	2.04	m <sup>3</sup>
<b>“Caudal”</b>	0.085	m <sup>3</sup> /h
<b>“Caudal”</b>	84.82	L/h
<b>“Área de la sección transversal”</b>	2.54	m <sup>2</sup>
<b>“Velocidad de salida del fluido”</b>	0.03	m/h

Fuente: “Elaboración propia”

“Convenio con las consecuencias, se consideró la capacidad del pozo subterráneo de 2 000 L”.

“Del mismo modo, es necesario mencionar que se extrae el agua del pozo subterráneo por medio de un sistema de bombeo que posteriormente se almacena en un contenedor de concreto armado”. “Sin embargo, para este caso se consideró 2 tanques con capacidad de 1 000 L cada uno para el almacenamiento de agua”. La figura, muestra los tanques de almacenamiento de agua cerca al pozo subterráneo.



*Figura 17. “Tanques de agua del C.P. Carpapata”*

Fuente: Elaboración propia

“Para el abastecimiento de los tanques se utiliza el equipo de motobomba con una potencia de 0.5 HP. La siguiente tabla, muestra las especificaciones del equipo de bombeo”.

*Tabla 8. “Especificaciones del equipo de bombeo”*

<b>“Tipo de bomba”</b>	<b>Motobomba tipo CPA 40 m</b>
<b>“Potencia”</b>	0.50 HP
<b>“Altura máxima de bombeo”</b>	50 m
<b>“Aspiración del líquido”</b>	8 m
<b>“Caudal de bombeo”</b>	3 m <sup>3</sup> /h

Fuente: “Elaboración propia”

#### **4.1.2. Diseño agronómico del sistema de riego por aspersión en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba**

“En la tabla siguiente, se muestra las características del área de riego”.

*Tabla 9. “Características de riego”*

<b>Descripción</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
<b>Largo</b>	L	555.00	m
<b>Ancho</b>	A	180.00	m
<b>Superficie</b>	S	99900.00	m <sup>2</sup>
<b>Pendiente</b>	m	1.00	%
<b>Altitud media</b>	msnm	3810.00	msnm
<b>Longitud</b>	Long	12°23'25"	E
<b>Latitud</b>	Lat	74°45'12"	N

Fuente: Elaboración propia

“Semejante, a la sucesiva tabla se puede estimar la información del clima del centro poblado Carpapata”.

Tabla 10. Clima en el C.P. Carpapata

Mes	Temp. mín (°C)	Temp. máx (°C)	Humedad (%)	Velocidad del viento (Km/día)	Horas de sol (h)	Precipitación
Enero	6.6	20.2	93	264.00	11	32.8
Febrero	5.4	21.2	90	240.00	10	17.6
Marzo	5.4	19.8	91	240.00	9	26.9
Abril	5.8	20.4	90	192.00	7	16.5
Mayo	4.8	20.8	94	240.00	7	6.4
Junio	5.0	21.2	91	168.00	7	2.6
Julio	2.4	20.6	84	216.00	7	3.5
Agosto	3.8	22.4	77	144.00	7	5.6
Setiembre	5.6	22.6	75	192.00	10	11.6
Octubre	7.2	25.8	74	192.00	9	10.3
Noviembre	7.8	23.0	79	240.00	11	28.5
Diciembre	7.8	22.2	82	216.00	11	18.0

Fuente: Elaboración propia

“Posteriormente se la evapotranspiración en la lista de la tesis, por intermedio de la presentación Cropwat”. “Por lo que en las siguientes tablas se muestra el cálculo de la evapotranspiración y precipitación efectiva en el centro poblado Carpapata, Colcabamba”.

The screenshot shows the 'Monthly ETo Penman-Monteith - untitled' window. The input fields are: Country: Perú, Station: Carpapata, Hvca, Altitude: 3810 m, Latitude: 74.45 °N, Longitude: 12.23 °E. The table below displays the monthly data for ETo and other parameters.

Month	Min Temp (°C)	Max Temp (°C)	Humidity (%)	Wind (km/day)	Sun (hours)	Rad (MJ/m²/day)	ETo (mm/day)
January	6.6	20.2	93	264	11.0	-2.6	0.51
February	5.4	21.2	90	240	10.0	0.8	0.64
March	5.4	19.8	91	240	9.0	5.3	0.70
April	5.8	20.4	90	192	7.0	9.6	1.72
May	4.8	20.8	94	240	7.0	14.2	2.65
June	5.0	21.2	91	168	7.0	17.1	3.32
July	2.4	20.6	84	216	7.0	15.7	3.16
August	3.8	22.4	77	144	7.0	11.1	2.32
September	5.6	22.6	75	192	10.0	7.6	1.35
October	7.2	25.8	74	192	9.0	2.0	1.10
November	7.8	23.0	79	240	11.0	-1.7	1.00
December	7.8	22.2	82	216	11.0	-3.7	0.79
<b>Average</b>	<b>5.6</b>	<b>21.7</b>	<b>85</b>	<b>212</b>	<b>8.8</b>	<b>6.3</b>	<b>1.61</b>

Figura 18. "Evapotranspiración en el C.P. Carpapata"

Fuente: "Elaboración propia"

	Rain	Eff rain
	mm	mm
<b>January</b>	32.8	31.1
<b>February</b>	17.6	17.1
<b>March</b>	26.9	25.7
<b>April</b>	16.5	16.1
<b>May</b>	6.4	6.3
<b>June</b>	2.6	2.6
<b>July</b>	3.5	3.5
<b>August</b>	5.6	5.5
<b>September</b>	11.6	11.4
<b>October</b>	10.3	10.1
<b>November</b>	28.5	27.2
<b>December</b>	18.0	17.5
<b>Total</b>	<b>180.3</b>	<b>174.1</b>

Figura 19. "Precipitación efectiva en el C.P. Carpapata"

Fuente: "Elaboración propia"

"Una vez obtenida dicha información, se procedió a trabajar con la información del cultivo predominante que en este caso fue la papa". "En las siguientes tablas, se muestran los datos del cultivo, datos de la tierra de cultivo, lámina neta y bruta de riego, y resultados del diseño agronómico".

Tabla 11. Coeficiente del cultivo

Tipo de vegetación	Coeficiente de cultivo			
	Kc i	Kc m	Kc f	Kj
<b>Papa</b>	1.00	1.15	0.75	0.86

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Datos de la tierra de cultivo

Datos	Unidad	Cantidad
Kc - papa		0.86
“Capacidad de campo”	%	34
“Punto de marchitez”	%	12
“Profundidad radicular”	m	0.40
“Eficiencia de aplicación”	%	75
“Coeficiente de agotamiento”	%	40
“Velocidad de infiltración”	mm/hr	14
“Jornada de trabajo”	hr/día	10
“Densidad aparente”	ton*m <sup>3</sup>	1.40

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. “Hoja clara y rústica de irrigación”

CC (%)	PM (%)	Da (gr/cm <sup>3</sup> )	DT (%)	Pr (cm)	Lneta (mm)	Lbruta (mm)	Cultivos
34	12	1.40	40	40.00	49.28	492.80	papa

Fuente: “Elaboración propia”

Tabla 14. Diseño agronómico

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Eto (mm/día)	0.51	0.64	0.70	1.72	2.65	3.32	3.16	2.32	1.35	1.10	1.00	0.79
Precip. Efectiva (mm/día)	1.00	0.61	0.83	0.54	0.20	0.09	0.11	0.18	0.38	0.33	0.91	0.56
Kc	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39
Etc (mm/día)	0.71	0.89	0.97	2.39	3.68	4.61	4.39	3.22	1.87	1.53	1.39	1.10
Velocidad de infiltración (mm/hr)	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
Lámina neta (mm/día)	49.28	49.28	49.28	49.28	49.28	49.28	49.28	49.28	49.28	49.28	49.28	49.28
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)	492.80	492.80	492.80	492.80	492.80	492.80	492.80	492.80	492.80	492.80	492.80	492.80
Intervalos entre riegos (días)	69.58	55.45	50.70	20.63	13.39	10.69	11.23	15.30	26.29	32.26	35.49	44.92
Tiempo de riego (hrs)	3.45	3.48	3.46	3.48	3.51	3.51	3.51	3.51	3.49	3.50	3.46	3.48

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.3. “Diseño hidráulico del sistema de riego por aspersión en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba”

“En la siguiente tabla, se adjunta las características del área de riego junto a los datos del diseño agronómico del sistema de riego por aspersión”.

Tabla 15. Características del área de riego

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
“Largo”	L	555.00	m
“Ancho”	A	180.00	m
“Superficie”	S	99900.00	m <sup>2</sup>
“Vel. Infiltración”	v	14.00	mm/hr
“ETc pico”	ETc pico	4.61	mm/día
“Lámina neta”	LN	49.28	mm

Fuente: Elaboración propia

“Del mismo modo, en la siguiente tabla se muestran las características del aspersor seleccionado”.

Tabla 16. Características del aspersor

“Marca	SIME”	
“Modelo	SILVER”	
“Boquilla	6 mm	Mm”
“Presión	3 atm	Atm”
“Caudal	2.3	m <sup>3</sup> /hora”
“Radio de alcance	15	M”
“Intensidad	7.1	mm/hora”

Fuente: “Elaboración propia”

“Posteriormente se calculó la eficiencia de distribución del aspersor seleccionado, con la siguiente ecuación”.

$$CU_{sistema} = \frac{CU \left( 1 + \sqrt{\frac{Pn}{Pa}} \right)}{2}$$

Donde:

CU: “coeficiente de uniformidad = 90%”

Pn: “Presión mínima en el cuadro de riego = 27”

Pa: “Presión nominal del aspersor = 30”

$$CU_{sistema} = 88$$

“Se consideró a (fracción de área adecuadamente regada) 90%. Para el cual se consideró la siguiente tabla”.

Tabla 17. Eficiencia de distribución (EDa)

C.U.sist (%)	Fracción de área adecuadamente regada "a" %						
	95	90	85	80	75	70	65
98	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99
96	0.92	0.93	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98
94	0.88	0.90	0.92	0.94	0.95	0.96	0.97
92	0.84	0.87	0.90	0.92	0.93	0.95	0.96
90	0.80	0.84	0.87	0.90	0.92	0.94	0.95
88	0.75	0.80	0.84	0.87	0.90	0.92	0.94
86	0.71	0.77	0.82	0.85	0.88	0.91	0.93
84	0.67	0.74	0.79	0.83	0.87	0.90	0.92
82	0.63	0.70	0.76	0.81	0.85	0.88	0.91
80	0.59	0.67	0.74	0.79	0.83	0.87	0.90
78	0.55	0.64	0.71	0.77	0.82	0.86	0.89
76	0.51	0.61	0.69	0.75	0.80	0.84	0.88
74	0.47	0.57	0.66	0.73	0.78	0.83	0.87
72	0.43	0.54	0.63	0.71	0.77	0.82	0.86
70	0.39	0.51	0.61	0.69	0.75	0.81	0.86
68	0.35	0.48	0.58	0.66	0.73	0.79	0.84
66	0.30	0.44	0.55	0.64	0.72	0.78	0.83
64	0.26	0.41	0.53	0.62	0.70	0.77	0.82
62	0.22	0.38	0.50	0.60	0.68	0.75	0.81
60	0.18	0.34	0.48	0.58	0.67	0.74	0.80

“De la tabla se pudo interrelacionar la división del mercado convenientemente húmeda y el factor de la igualdad del método, del cual se pudo obtener Eda (Eficiencia de distribución de la fracción de área regada) de 0.80. Por lo que se calculó la eficiencia de distribución del aspersor con la siguiente ecuación”.

$$Ea = EDa * Pe$$

$$Ea = 0.80 * 0.90$$

$$Ea = 0.72$$

“Para fines prácticos se consideró una eficiencia de 75% equivalente a 0.75.

Se continuó con los cálculos de la operación de riego”.

- **Tiempo de operación**

“Para el cálculo de tiempo de operación se consideró el menor tiempo de riego del diseño agronómico, el cual fue 3.45 horas al cual se consideró un tiempo de cambios de 0.50 horas que resultó en 3.95 horas”.

- **N° de posiciones por día**

“Para el número de posiciones se consideró la jornada de trabajo entre el tiempo de operación, como se muestra en la siguiente ecuación”.

$$N^{\circ} \text{posiciones por día} = \frac{\text{Jornada}}{T_{\text{operación}}}$$

$$N^{\circ} \text{posiciones por día} = \frac{10 \text{ horas}}{3.95 \text{ horas}}$$

$$N^{\circ} \text{posiciones por día} = 3 \text{ posiciones/día}$$

- **N° mínimo de aspersores y laterales**

- “Número de aspersores”:

$$N^{\circ} \text{mín} = \frac{\text{superficie}}{N^{\circ} \text{posición por día} * Fr * \text{Marco del aspersor}}$$

“Cabe resaltar que Fr corresponde a la frecuencia de riego que para este caso se consideró el menor intervalo de riego de 10.69 días equivalente a 10 días”.

$$N^{\circ} \text{mín} = \frac{555 * 180}{3 * 10 * 18 * 18}$$

$$N^{\circ} \text{mín} = 10 \text{ aspersores}$$

- “Aspersores en vertical”

$$N^{\circ} \text{aspersores vertical} = \frac{90 \text{ m}}{18 \text{ m}}$$

$$N^{\circ} \text{aspersores vertical} = 5$$

- “Longitud vertical”

$$L_{vert} = \frac{Esp}{2} + (Esp(n - 1))$$

$$L_{vert} = \frac{18}{2} + (18(5 - 1))$$

$$L_{vert} = 81 \text{ m}$$

- “N° de laterales”

$$N^{\circ}laterales = \frac{10 \text{ aspersores}}{5 \text{ aspersores en vertical}}$$

$$N^{\circ}laterales = 2 \text{ laterales}$$

- “Diseño de tubería vertical”

$$Q_{aspersor} = 3.2 \text{ L/s}$$

“Se selecciona una tubería de menor diámetro de tal forma que con un caudal de 3.2 L/s, una longitud de 81 m y 5 salidas, se genera una pérdida de carga menor a 6 m, teniendo en consideración la topografía del lugar. Para el cual se empleó la siguiente tabla”.

Tabla 18. Diámetro de tubería según el número de salidas

n	$L_c = 1$					n	$L_c = 1/2$				
	$\beta=1,75$	$\beta=1,80$	$\beta=1,85$	$\beta=1,90$	$\beta=2,00$		$\beta=1,75$	$\beta=1,80$	$\beta=1,85$	$\beta=1,90$	$\beta=2,00$
1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2	0,650	0,644	0,639	0,634	0,625	2	0,532	0,525	0,518	0,512	0,500
3	0,546	0,540	0,535	0,528	0,518	3	0,455	0,448	0,441	0,434	0,422
4	0,497	0,491	0,486	0,480	0,469	4	0,406	0,400	0,393	0,386	0,374
5	0,469	0,463	0,457	0,451	0,440	5	0,410	0,403	0,397	0,390	0,378
6	0,451	0,445	0,439	0,433	0,421	6	0,401	0,394	0,387	0,381	0,369
7	0,438	0,432	0,425	0,419	0,408	7	0,395	0,388	0,381	0,375	0,363
8	0,428	0,422	0,415	0,410	0,398	8	0,390	0,383	0,377	0,370	0,358
9	0,421	0,414	0,409	0,402	0,391	9	0,387	0,380	0,374	0,367	0,355
10	0,415	0,409	0,402	0,396	0,385	10	0,384	0,378	0,371	0,365	0,353
11	0,410	0,404	0,397	0,392	0,380	11	0,382	0,375	0,369	0,363	0,351
12	0,406	0,400	0,394	0,388	0,376	12	0,380	0,374	0,367	0,361	0,349
13	0,403	0,396	0,391	0,384	0,373	13	0,379	0,372	0,366	0,360	0,348
14	0,400	0,394	0,387	0,381	0,370	14	0,378	0,371	0,365	0,358	0,347
15	0,397	0,391	0,384	0,379	0,367	15	0,377	0,370	0,364	0,357	0,346
16	0,395	0,389	0,382	0,377	0,365	16	0,376	0,369	0,363	0,357	0,345
17	0,393	0,387	0,380	0,375	0,363	17	0,375	0,368	0,362	0,356	0,344
18	0,392	0,385	0,379	0,373	0,361	18	0,374	0,368	0,361	0,355	0,343
19	0,390	0,384	0,377	0,372	0,360	19	0,374	0,367	0,361	0,355	0,343
20	0,389	0,382	0,376	0,370	0,359	20	0,373	0,367	0,360	0,354	0,342
22	0,387	0,380	0,374	0,368	0,357	22	0,372	0,366	0,359	0,353	0,341
24	0,385	0,378	0,372	0,365	0,355	24	0,372	0,365	0,359	0,352	0,341
26	0,383	0,376	0,370	0,364	0,353	26	0,371	0,364	0,358	0,351	0,340

“Con el diámetro seleccionado, se procedió a calcular el diámetro real con la siguiente ecuación”.

$$Hf = 7.886 * 10^5 * L * \left(\frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}}\right) * D_{probable}$$

$$6 = 7.886 * 10^5 * 81 * \left(\frac{3.2^{1.75}}{D^{4.75}}\right) * 0.41$$

$$D = 38.37 \text{ mm}$$

$$D = 1 \frac{1}{2}''$$

- **“Diseño de tubería principal”**

$$Q = Q_{aspensor} * N^{\circ} \text{ laterales}$$

$$Q = 3.2 * 2$$

$$Q = 6.4 \text{ L/s}$$

“Se selecciona la tubería en función a criterios económicos (costo de tubería vs. costo de bombeo)”.

$$Q = A * v$$

$$A = \frac{6.4 \text{ L/s}}{2 \text{ m/s}}$$

$$A = 0.0032 \text{ m}^2$$

$$D = 0.064 \text{ mm}$$

$$D = 2 \frac{1}{2}''$$

“En la siguiente tabla, se muestra el resumen de los cálculos de operación de riego”.

Tabla 19. Operación de riego final

<b>“Tiempo de operación”</b>	<b>de</b>	<b>3.95</b>	<b>horas</b>
<b>“Posiciones día”</b>	<b>por</b>	2.53	posición/día
<b>“Fr”</b>		10.69	días
<b>“N° aspersores”</b>	<b>mín.</b>	10	unidades
<b>“Aspersores vertical”</b>	<b>en</b>	5	unidades
<b>“Long. Vertical”</b>		81	m
<b>“N° de laterales”</b>		2	
<b>“Diám. Vertical”</b>	<b>Tub.</b>	1 1/2	plg
<b>“Diám. Principal”</b>	<b>Tub.</b>	2 1/2	plg
<b>“N° total aspersores”</b>	<b>de</b>	20	unidades
<b>“N° laterales final”</b>		4	

Fuente: Elaboración propia

“De convenio a la tabla mostrada, se consideró un total de 20 aspersores junto a 2 laterales adicionales que se colocaran de la misma forma que los laterales iniciales y con la misma cantidad de aspersores, haciendo un total de 4 laterales. En el anexo 3 se adjunta la distribución de los aspersores en campo”.

#### **4.2. “Prueba de hipótesis”**

##### **4.2.1. “Sistema de riego por aspersión y bombeo de agua subterránea en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba”**

“Para la prueba de hipótesis del sistema de riego por aspersión y bombeo de aguas subterráneas, se realizó la correlación de Pearson”. “Las hipótesis a comprobar fueron”.

*H0: “La relación entre el sistema de riego por aspersión y el bombeo de agua subterránea en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba, es directa”.*

*H1: “La relación entre el sistema de riego por aspersión y el bombeo de agua subterránea en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba, no es directa”.*

“Para comprobar la hipótesis se desarrolló la siguiente tabla, que contiene el registro de caudal del pozo subterráneo, requerimiento de riego según la ETc (evapotranspiración del cultivo) y frecuencia de riego mensual”.

*Tabla 20. Caudal, ETc y frecuencia de riego*

<b>Mes</b>	<b>Caudal (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Requerimiento de agua (mm/día)</b>	<b>Frecuencia de riego</b>
<b>Enero</b>	0.085	0.71	69.58
<b>Febrero</b>	0.064	0.89	55.45
<b>Marzo</b>	0.080	0.97	50.70
<b>Abril</b>	0.061	2.39	20.63
<b>Mayo</b>	0.027	3.68	13.39
<b>Junio</b>	0.011	4.61	10.69
<b>Julio</b>	0.016	4.39	11.23
<b>Agosto</b>	0.030	3.22	15.30
<b>Setiembre</b>	0.038	1.87	26.29
<b>Octubre</b>	0.033	1.53	32.26
<b>Noviembre</b>	0.072	1.39	35.49
<b>Diciembre</b>	0.063	1.10	44.92

Fuente: “Elaboración propia”

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

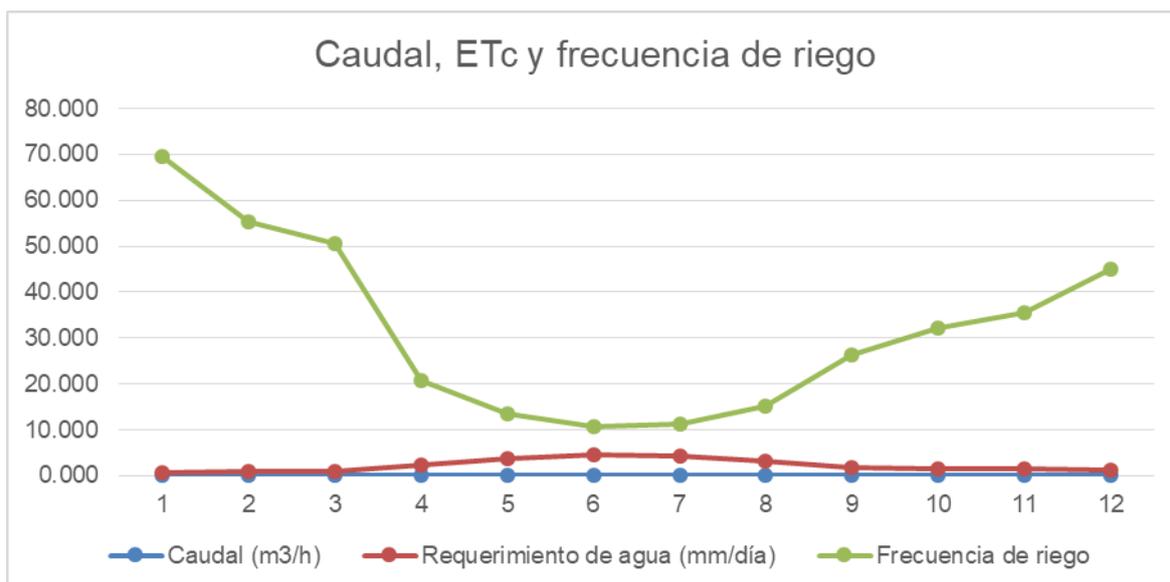


Figura 20. "Precipitación efectiva en el C.P. Carpapata"

Fuente: "Elaboración propia"

"De la figura y tabla mostradas, se puede deducir que el caudal de agua del pozo subterráneo es menor al requerimiento de agua de los cultivos al mes, por lo que la frecuencia de riego compensa la necesidad de agua para los cultivos". "Ya que se observa que en los meses de menor precipitación como abril a setiembre la frecuencia de riego es de 20 a 10 días, a diferencia de los otros meses de mayor precipitación como octubre a marzo la frecuencia de riego es de 70 a 30 días aproximadamente".

"De acuerdo a los resultados obtenidos, se procedió a realizar la prueba de hipótesis con la información del caudal y frecuencia de riego, para comprobar la existencia o no de relación entre la técnica de irrigación por riego y el bombeo de agua subterránea". "En la consecutiva tabla, se espécimen el inventario de retroceso junto a la curva de retroceso que más y más se concuerda a la comercialización de las identificaciones".

Tabla 21. "Estadística de regresión"

<b>Estadísticas de la regresión</b>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.860
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.739
R <sup>2</sup> ajustado	0.713
Error típico	10.430
Observaciones	12.000

Fuente: "Elaboración propia"

"Según la estadística de retroceso, el valor del factor de analogía compuesto (R) fue 0.860 el cual marca una correlación muy alta entre el sistema de riego y el bombeo de agua subterránea". "Por otro lado, el valor del coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>) fue 0.739 el cual señala que el 73.9% del sistema de riego por aspersión depende del bombeo de agua subterránea; con la finalidad de obtener una mejor relación se obtuvo la curva de regresión con la función exponencial que es la que mejor se concuerda a la comercialización de las fichas".

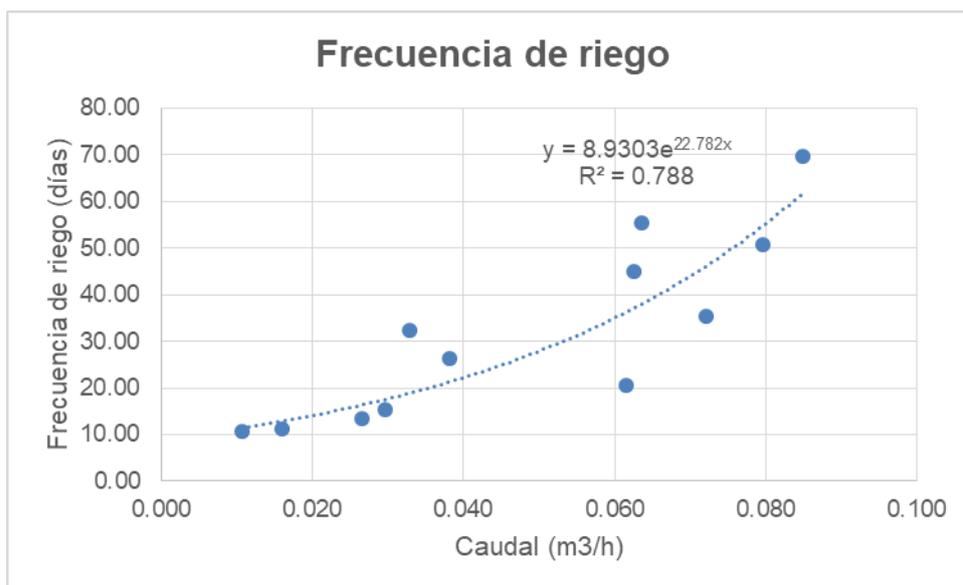


Figura 21. "Precipitación efectiva en el C.P. Carpapata"

Fuente: "Elaboración propia"

“Del gráfico mostrado se puede deducir que, el 78.8% del método de irrigación por riego depende del bombeo de agua subterránea”.

Tabla 22. “Análisis de varianza”

	<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>
Regresión	1	3075.89	3075.89	28.28	0.00034
Residuos	10	1087.80	108.78		
Total	11	4163.69			

Fuente: “Elaboración propia”

“Del análisis de varianza el valor crítico de F fue 0.00034 el cual es menor a 0.05 y señala aceptar la hipótesis nula de que la relación entre el sistema de riego por aspersión y el bombeo de agua subterránea es directa”.

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN**

#### **5.1. Discusión de resultados**

##### **5.1.1. “Captación de agua subterránea en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba”**

“De acuerdo a los resultados obtenidos referente a la captación de agua subterránea, la capacidad del pozo subterráneo fue de 2 000 L con un caudal de 84.82 L/h equivalente a 0.085 m<sup>3</sup>/h. La velocidad de salida del agua en el pozo de 0.03 m/h lo que equivale a decir que cada hora el agua subterránea que sale alcanza 0.03 m de altura en el pozo de captación subterráneo”.

“Así mismo, se debe mencionar que se necesita de un sistema de bombeo para extraer el agua del pozo y almacenarlo en un tanque que en este caso se encuentra compuesto por 2 tanques de almacenamiento con capacidad de 1 000 L cada uno, tal como se muestran en la figura 17”. “En cuanto al sistema de bombeo, este se encuentra compuesto por una bomba de tipo CPA 40 m, con una potencia

de 0.50 HP, con una altura de máxima de bombeo de 50 m y un caudal de bombeo de 3 m<sup>3</sup>/h; apto para la extracción de agua del pozo subterráneo”.

“El antecedente de Cuayla (2018) menciona que los principios de elemento positivos corresponden de ser observadas y desarrolladas para la tesis y selección adecuada de la bomba, de tal forma que la demanda pueda ser atendida por un flujo suficiente y satisfacer a los cultivos a regar”. “De acuerdo con este antecedente, es posible decir que el método de prominencia para la extracción de agua del pozo subterráneo, cumple con la función de extraer eficientemente el agua del pozo a los tanques de almacenamiento, así como satisfacer la demanda de los cultivos en los terrenos de cultivo”.

#### **5.1.2. “Diseño agronómico del sistema de riego por aspersión en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba”**

“De acuerdo a los resultados referentes al diseño agronómico, se identificaron las características del área de riego donde se delimitó el área total de los terrenos de cultivo con un total de 99 900 m<sup>2</sup> que se encuentran a una elevación de 3 810 m.s.n.m”.

“Posteriormente se recopiló y organizó la información del clima en el centro poblado Carpapata donde se adjunta el tiempo mínima y máxima, infiltración referente, rapidez de la corriente, tiempos sol y la fogosidad máxima”. “De la cual es posible decir que la temperatura mínima y máxima anual en el centro poblado es de 2.4° y 25.8° respectivamente, con una humedad relativa promedio de 85% y con un promedio de 8.8 horas de sol en un año”. “Con dicha información se pudo calcular la evapotranspiración y precipitación efectiva por medio del programa

Cropwat, de la cual se obtuvo la evapotranspiración promedio de 1.61 mm/día y una precipitación efectiva de total de 174.1mm”.

“Con la información obtenida, se procedió a trabajar con la información del cultivo predominante que es la papa”. “En primer lugar se calculó el coeficiente del cultivo el cual fue 0.86, posteriormente se consideró los datos del terreno de cultivo el cual corresponde a un suelo del tipo franco limoso que tiene una densidad aparente de 1.40 Ton/m<sup>3</sup>, con capacidad de campo de 34%, punto de marchitez de 12% y velocidad de infiltración de 14mm/hr, por otro lado también fue necesario considerar la profundidad de radicular de la papa el cual fue 0.40 m, también se consideró la eficiencia de aplicación del riego por aspersión el cual fue 75% y por último se consideró una jornada de trabajo de 10 hr/día. En base a lo descrito, se obtuvo la lámina neta que fue 49.28 mm y la lámina bruta fue 492.80 mm”.

“De acuerdo con el diseño agronómico de irrigación por riego se logró lograr el tiempo de riego de 3.49 hr en promedio por día con una frecuencia de riego cada 32.16 días en promedio”. “No obstante, de acuerdo con la tabla 14 se puede observar que en los meses de mayo a agosto la frecuencia de riego necesita ser cada 13 días debido al periodo de sequía que experimenta esta parte de la sierra peruana”. “A diferencia de los meses de setiembre a abril donde la frecuencia de riego es de 20.63 a 69.58 días debido a las precipitaciones que ocurren en esta época del año”.

“La investigación de Ortega y Sánchez (2021) en el cual diseñaron el método de irrigación tecnificado por riego en la corporación de Chambitola en Ecuador y se consideró la eficiencia de riego por aspersión del 85%, siendo las mensualidades

de febrero, marzo, abril, octubre, noviembre y diciembre que presentan ascendentes fogosidades y las labores de semilla y patata requieren decano cantidad de lluvia con un aproximado de 71.46 mm". "Es así que en la investigación también se puede corroborar que los meses de mayo a agosto se requiere mayor cantidad de agua para abastecer los cultivos de papa debido a la temporada de sequía que se experimenta en esta parte de la sierra peruana por lo que incluso se requiere de un intervalo de riego de 13 días para poder obtener cultivos de buena calidad y que beneficie a los agricultores en sus ventas como a los consumidores en los alimentos".

### **5.1.3. "Diseño hidráulico del sistema de riego por aspersion en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba"**

"De acuerdo a los resultados referentes al diseño hidráulico del sistema de riego por aspersion, se consideró la información de las características del área de riego en el cual se encuentra la superficie de riego de 99 900 m<sup>2</sup>, con una evapotranspiración pico de 4.61 mm/día y una lámina neta de 49.28 mm. Con dicha información se calculó la eficiencia de los aspersores la cual fue 0.72 que por fines prácticos se consideró una eficiencia de 0.75 o 75% comprobando y corroborando la eficiencia considerada en el diseño agronómico".

La investigación de "Ortega y Sánchez (2021) en el cual diseñaron el método de irrigación tecnificado por riego en la corporación de Chambitola en Ecuador y se consideró la validez de irrigación por riego del 85%, siendo las mensualidades de febrero, marzo, abril, octubre, noviembre y diciembre que presentan ascendentes fogosidades y las labores de semilla y patata requieren decano cantidad de lluvia con un aproximado de 71.46 mm". "Es así que en la investigación también se

comprobó que la eficiencia del sistema de riego depende del requerimiento de agua de los cultivos de la lista de tesis”.

“Consecutivamente se calculó el tiempo de operación, para el cual se consideró el menor tiempo de riego según el diseño agronómico que fue 3.45 horas al cual se le incrementó el tiempo de cambios de 0.50 horas resultando 3.95 horas de tiempo de operación en el terreno de cultivos”. Así mismo fue necesario el cálculo de número de posiciones por día, en el cual se consideró la jornada de trabajo y el tiempo de operación, es así que el número de operaciones fue 3 posiciones por día.

“Se continuó con el cálculo del número mínimo de aspersores que se obtuvo de la relación de la superficie del terreno y el número de posición por día, frecuencia de riego y marco del aspersor”. “Respecto a la frecuencia de riego se consideró 10 días el cual corresponde al intervalo de riego”. El número mínimo de aspersores fue 10 unidades. Posteriormente se calculó la cantidad de aspersores en vertical que resultó en 5 unidades. También fue necesario el cálculo del número de laterales que resultó en 2 laterales, con una longitud vertical de 81 m.

“Una vez obtenido el número de aspersores y laterales, se calculó el diámetro de las tuberías en vertical y principal. El diámetro de la tubería en vertical fue 1 ½” y de la tubería principal el diámetro fue 2 ½””.

“Para fines de diseño prácticos, se optó por considerar 2 laterales adicionales en los extremos de la tubería principal con la misma distribución de 5 aspersores de los 2 laterales diseñados inicialmente, resultando así un total de 20 de

aspersores. Con la finalidad de distribuir agua para todos los cultivos del terreno de 99 900 m<sup>2</sup> del centro poblado Carpapata”.

Según la “investigación de Aznárez (2018) donde menciona que el método de irrigación por riego proporciona riego uniforme a la parcela reduciendo el uso de ayuda de labor y permitiendo el aprovechamiento de todo el plano del terreno, no obstante, dificulta el cultivo de las maquinarias debido a la ubicación de los aspersores”. “Es así que de la investigación también es posible decir que el riego por aspersion permite un riego uniforme a todos los cultivos con la ventaja de controlar la presión, así como aprovechar la superficie total del terreno”.

“Así mismo el antecedente de Álvarez (2021) donde realizó el diseño agronómico e hidráulico hacia el método de irrigación por aspersion en la división Ccalani en Cusco, del croquis hidráulico obtuvo diferentes diámetros de tubería con una longitud de tendido total de tubería de 15 645.30 m, del cual además optó por seleccionar el tipo de material HDPE (resina de polietileno de alta densidad) que presenta mejores características debido a la ubicación del proyecto. Por lo cual, se puede comprobar que el diámetro de las conducciones en el método de irrigación es diferente en la raya importante y en los ramales o paralelos con el fin de transportar agua hacia todos los aspersores, así mismo una recomendación referente a este antecedente sería la selección del tipo de material de las tuberías para brindar un buen desempeño de estas de acuerdo a las condiciones climáticas, geográficas y geológicas de la zona del proyecto”.

“De acuerdo con la prueba de hipótesis realizada para comprobar la relación entre el sistema de riego por aspersion y el bombeo de agua subterránea, se

comprobó la relación directa por medio del caudal subterráneo y la frecuencia de riego para satisfacer la necesidad de agua de los cultivos del centro poblado Carpapata en Colcabamba, Huancavelica”.

## CONCLUSIONES

- “Respecto al primer objetivo específico, se concluye que la captación de agua subterránea alcanza un volumen de 2 000 L con un caudal de 0.085 m<sup>3</sup>/h, el cual necesita una bombilla de 0.50 HP de fuerza para extraer el agua del pozo subterráneo a los tanques de almacenamiento”.
- “Respecto al segundo objetivo específico, se perfecciona que el proyecto agronómico del método de irrigación por riego es óptimo, y requiere de una lámina neta de 49.20 mm con un tiempo de riego de 3.49 hr en promedio por día durante todo el año que en épocas de sequía el intervalo de riego requiere ser cada 13 días hacia indemnizar las insuficiencias de las labores de papa y sus variedades”.
- “Respecto al tercer objetivo específico, se perfecciona que el diseño hidráulico del método de irrigación por riego es conveniente y permitió identificar el diámetro de la tubería secundaria de 1 ½” y 2 ½’ para la línea principal, así mismo se debe mencionar que de acuerdo al diseño se requieren 20 aspersores con 4 laterales de 5 aspersores cada una para cubrir todo el terreno de cultivo”.
- “La representación normal, se perfecciona que concurre a una correspondencia de asociarse con el sistema de riego por aspersión y el bombeo de agua subterránea del centro poblado o comunidad campesina de Carpapata, Colcabamba”. “Ya que el bajo caudal del pozo subterráneo se compensa con la frecuencia de riego de los cultivos de acuerdo a los periodos de precipitación y sequía en esta parte de la sierra peruana”.

## RECOMENDACIONES

- “Respecto al primer objetivo específico, se recomienda analizar la calidad del agua del pozo subterráneo para determinar si los parámetros de calidad cumplen con los requerimientos para los cultivos, así mismo se recomienda considerar mediciones del volumen y caudal del pozo subterráneo para cada mes del año”.
- “Respecto al segundo objetivo específico, se recomienda considerar otros cultivos para uniformizar el intervalo de riego y horas de riego por día, del mismo modo se recomienda considerar las características del terreno de cultivo”.
- “Respecto al tercer objetivo específico, se recomienda tener en cuenta el diseño agronómico para evitar incurrir en confusiones en el diseño hidráulico, así mismo se recomienda incluir la selección del material según las condiciones externas del lugar de proyecto con el fin de obtener un buen desempeño y durabilidad del sistema de riego que beneficie a todos los usuarios”.
- “De forma general, se recomienda considerar el incremento de la eficiencia de riego con la finalidad de reducir las horas de riego por día y el control de mano de obra que se expone a las condiciones climáticas del lugar del proyecto”. “Del mismo modo, se sugiere evaluar toda la zona de estudio para recopilar la existencia y ubicación de otros pozos subterráneos que puedan satisfacer a otros terrenos de cultivo del centro poblado Carpapata”.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrosolmen. (2021). *Agrosolmen*. Obtenido de Los sistemas de riego por aspersión:  
<https://agrosolmen.es/los-sistemas-de-riego-por-aspersion/>
- Alvarez, W. (2021). *Diseño del sistema de riego por aspersión utilizando nuevas tecnologías, sector Ccalani – Cusco 2021*. Lima, Perú: Universidad César Vallejo.
- Ambientum. (Julio de 2019). *Sistemas de riego*. Recuperado el 09 de Junio de 2020, de Sistemas de riego:  
[https://www.ambientum.com/enciclopedia\\_medioambiental/suelos/sistemas\\_de\\_riego.asp](https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/suelos/sistemas_de_riego.asp)
- Anten, M., & Willet, H. (2000). *Diseño de pequeños sistemas de riego por aspersión en ladera Pronamachaca*. Cajamarca, Perú.
- Aznárez, F. (2019). *Análisis y diseño de sistemas presurizados de riego por aspersión*. Zaragoza, España: Universidad de Zaragoza.
- Benites, C. (2001). *El riego, principios hidráulicos*. Perú: UNSAAC.
- Cardozo, M., & Diaz, M. (2014). *Diseño de un sistema de riego por aspersión La Finca El Cedro ubicada en el municipio de Aquitana*. Bogotá, Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.
- Castro, E. (2016). *Teoría y práctica de la investigación científica*. Huancayo, Perú: PERUGRAPH SRL.
- Claudio, J. (2021). *Diseño para el mejoramiento de la conducción del sistema de riego por aspersión “5 de junio” Directorio Senderos por la vida*. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Cuayla, M. (2018). *Propuesta técnica de un sistema de bombeo para riego*. Arequipa, Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- EcuRed. (2021). *EcuRed*. Obtenido de Riego estacionario:  
[https://www.ecured.cu/Riego\\_estacionario](https://www.ecured.cu/Riego_estacionario)

- FAO. (2008). III. Factores que se deben considerar para seleccionar el sistema de riego más adecuado. En FAO, *El desarrollo del microrriego en América Central* (págs. 27-37). Santiago, Chile: Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe.
- Fernández, R., Oyonarte, N., & García, J. (2010). Manual de Riego para Agricultores. En *Módulo 3: Riego por aspersión*. Sevilla, España: Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera.
- Fuentes, J. (1996). *Curso de riego para regantes*. España.
- Gurovich, L. (1999). *Riego superficial tecnificado*. España: Alfaomega.
- Hendriks, J. (1994). *Manual de riego por bombeo*. Lima, Perú.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Métodología de la investigación* (6ta Edición ed.). México: McGraw-Hill. Recuperado el 17 de Mayo de 2019
- IGRAC. (2021). *International Groundwater Resources Assessment Center*. Obtenido de ¿Qué es el agua subterránea?: <https://www.unigrac.org/es/es/que-es-agua-subterranea>
- Instituto Tecnológico Agrario. (2021). *InfoRiego*. Obtenido de Cobertura total de aspersores:  
[https://www.inforiego.org/opencms/opencms/info\\_tecnica/5\\_cobertura/index.html](https://www.inforiego.org/opencms/opencms/info_tecnica/5_cobertura/index.html)
- Israelsen, W., & Vaughn, H. (1985). *Principios y aplicaciones del riego*. Barcelona, España: Reverte Barcelona.
- León, D. (2017). *Evaluación del sistema de riego por aspersión tipo pivots en caña de azúcar (Saccharum Officinarum) en irrigación Olmos*. Trujillo, Perú: Universidad Nacional de Trujillo.
- LIFE RURAL SUPPLIES . (Enero de 2014). *Soluciones sostenibles para pequeñas redes de abastacimiento: Concepto de aguas subterráneas*. Obtenido de Soluciones sostenibles para pequeñas redes de abastacimiento: Concepto

de aguas subterráneas: <https://ruralsupplies.eu/4-informacion-al-usuario/abastecimiento-autonomo/01-concepto-de-aguas-subterranas/>

López, M., Carmenantes, D., Mujica, A., & Paneque, P. (2019). Criterios de eficiencia para la evaluación del riego por aspersión. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 28(3), 1-7.

Ministerio de Agricultura y Riego, & Programa Subsectorial de Irrigaciones. (2014). Operación y Mantenimiento del Sistema de Riego por Aspersión en Laderas. En *Serie: Manual Técnico N°1*. Lima, Perú: Programa Subsectorial de Irrigaciones.

Ministerio de Agricultura, Programa Subsectorial de Irrigaciones. (2008). Programa de riego tecnificado. *PSI - Programa de Riego Tecnificado*, 3-15.

Nin, R., Montero, J., & Tarjuelo, J. (14 de julio de 2010). Caracterización de la distribución del agua en riego por aspersión estacionario. *Canales Sectoriales Interempresas*.

Novagric. (2016). *Novagric*. Obtenido de Pívots de riego: <https://www.novagric.com/es/riego/materiales-de-riego/pivots-de-riego>

Ordoñez, J. (2011). *Aguas subterráneas - acuíferos*. Lima, Perú: Sociedad Geográfica de Lima.

Orellana, E. (2014). *Diseños de experimentos aplicados en ciencias forestales y ambientales*. Huancayo, Perú: Industria Gráfica MARSANTS.

Ortega, P., & Sánchez, J. (2021). *Diseño del sistema de riego por aspersión en la comunidad de Chambitola, parroquia Cangahua, del cantón Cayambe, provincia de Pichincha*. Quito, Ecuador: Universidad Central de Ambato.

Peralta, J., & Simpfendorfer, C. (2001). *Riego por Aspersión*. Temuco, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA - Carillanca.

Poma, I., & Chipana, G. (2016). "Estudio del comportamiento hidráulico relacionado a la uniformidad de aplicación mediante el método de riego por aspersión la

estación experimental Choquenaira. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y Recursos Naturales*, 3(3), 18-29.

Ramírez, R. (2010). *Proyecto de investigación. Cómo se hace una tesis*. Lima, Perú: Fondo Editorial AMADP. Lima, Perú.

Risco, J., & Villalobos, C. (2019). *Diseño de un sistema de riego por goteo para 18.21 ha de palto mediante el uso de aguas subterráneas en el Centro Poblado Cuculí – distrito de Chongoyape – región Lambayeque*. Lambayeque, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo.

Sánchez, H., & Reyes, C. (2015). *Metodología y diseños en la investigación científica*. Lima, Perú: Business Support Aneth.

Valderrama, S. (2002). *Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación científica*. Cerro de Pasco, Perú: San Marcos.

Valdivieso, A. (2021). *IAGUA*. Obtenido de ¿Qué son las aguas subterráneas?: <https://www.iagua.es/respuestas/que-son-aguas-subterraneas>

Vásquez, V. (2000). *El riego, principios básicos*. UNALM.

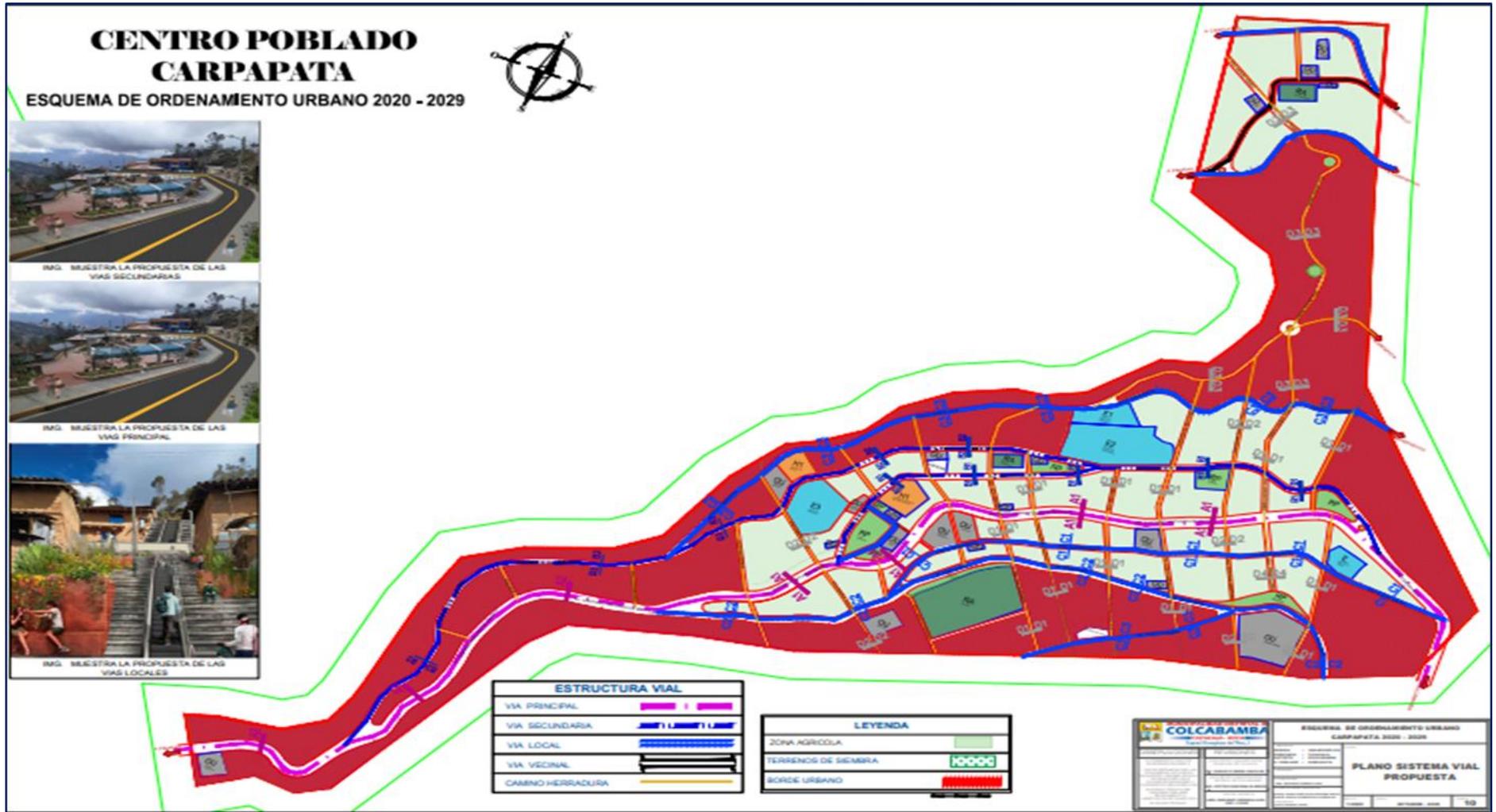
Villón, M. (2002). *Hidrología*. Cartago, Cost Rica.

## **ANEXOS**

### Anexo 1: “Matriz de consistencia”

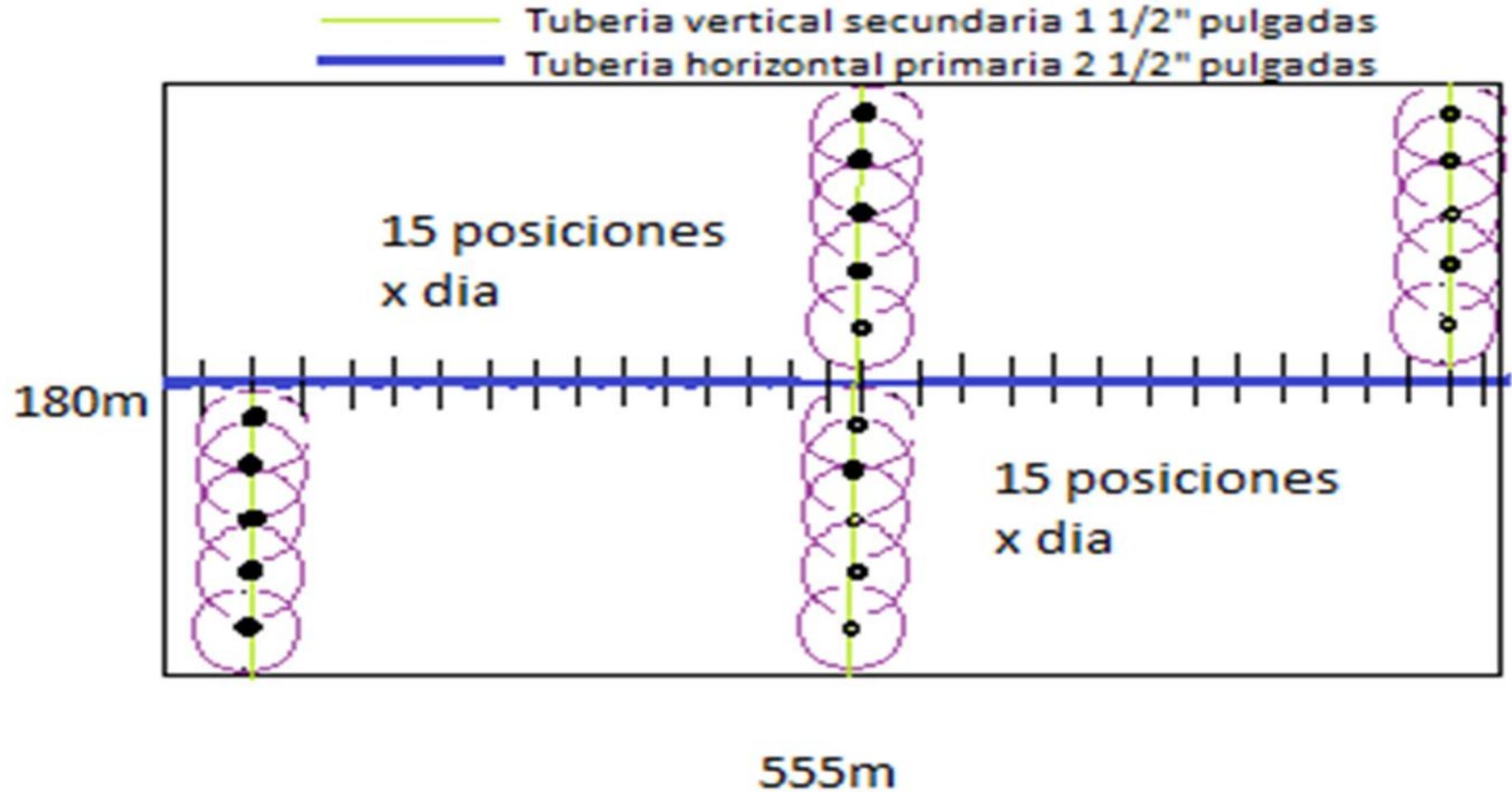
PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p><b>Problema general:</b> ¿Qué relación existe entre el sistema de riego por aspersión y el bombeo de agua subterránea en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Determinar la relación entre el sistema de riego por aspersión y el bombeo de agua subterránea en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba.</p>	<p><b>Antecedente internacional:</b> Según Claudio (2021) en la tesis “Diseño para el mejoramiento de la conducción del sistema de riego por aspersión “5 de junio” Directorio Senderos por la vida”. “El objetivo fue, disponer de un sistema de riego por aspersión que garantice el mejoramiento de la producción agrícola, ganadera, salud poblacional y elevar el nivel socio económico de los miembros que forman parte de la comunidad “5 de junio”. El método de investigación fue científico, con diseño no experimental. La población estuvo delimitada por la comunidad 5 de junio, provincia de Cotopaxi. Llegó a la conclusión de que, con el mejoramiento del sistema de riego se obtendrá una cobertura al 100% de la comunidad y mejorar las condiciones de vida de la población”.</p> <p><b>Antecedente nacional:</b> Según Álvarez (2021) en la tesis “Diseño del sistema de riego por aspersión utilizando nuevas tecnologías, sector Ccalani – Cusco 2021”. “El objetivo general fue, realizar el modelamiento y diseño hidráulico del sistema de riego en el sector Ccalani-Cusco, además de seleccionar el tipo de tecnología de material a utilizar entre tubería de policloruro de vinilo no plastificado PVC y tuberías de polietileno de alta densidad HDPE. El método de la investigación fue científico, con diseño no experimental. La población y muestra estuvieron delimitadas por el sistema de riego por aspersión en el sector Ccalani. Llegó a la conclusión de que, el modelamiento hidráulico para determinar los diámetros y clases de tuberías, además, se ha seleccionado el tipo de tecnología de tuberías a utilizar en el proyecto de sistema de riego tecnificado en el sector Ccalani y se ha optado por la tubería de material HDPE, esto por presentar mejores características para la zona donde se ubica el proyecto de investigación de tesis”.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> “La relación entre el sistema de riego por aspersión y el bombeo de agua subterránea en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba, es directa”.</p>	<p><b>Variable 1:</b> “Sistema de riego por aspersión”</p> <p><u>Dimensiones:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• “Diseño agronómico”</li> <li>• “Diseño hidráulico”</li> </ul>	<p><b>Método:</b> Científico <b>Tipo:</b> Aplicado <b>Nivel:</b> Correlacional - descriptivo <b>Diseño:</b> No experimental</p> <p><b>Población y muestra:</b> <b>Población:</b> Se encuentra constituida por el distrito de Colcabamba, provincia de Tayacaja, departamento de Huancavelica. <b>Muestra:</b> Constituida por la comunidad campesina de Carpapata, del distrito de Colcabamba.</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>Problemas específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo es la captación de agua subterránea en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba?</li> <li>• ¿Cómo es el diseño agronómico del sistema de riego por aspersión en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba?</li> <li>• ¿Cómo es el diseño hidráulico del sistema de riego por aspersión en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba?</li> </ul>	<p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• “Describir la captación de agua subterránea en la comunidad campesina de Carpapata distrito de Colcabamba”.</li> <li>• “Describir el diseño agronómico del sistema de riego por aspersión en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba”.</li> <li>• “Describir el diseño agronómico del sistema de riego por aspersión en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba”.</li> </ul>	<p><b>Marco referencial:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• “Agua subterránea”</li> <li>• “Bombeo de agua”</li> <li>• “Comunidad campesina”</li> <li>• “Riego por aspersión”</li> <li>• “Sistema de riego”</li> </ul>	<p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• “La captación de agua subterránea en la comunidad campesina de Carpapata distrito de Colcabamba, alcanza un volumen de 2000L”.</li> <li>• “El diseño agronómico del sistema de riego por aspersión en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba, es óptimo”.</li> <li>• “El diseño agronómico del sistema de riego por aspersión en la comunidad campesina de Carpapata – distrito de Colcabamba, permite identificar los diámetros de las tuberías”.</li> </ul>	<p><b>Variable 2:</b> “Agua subterránea”</p> <p><u>Dimensiones:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• “Diseño hidráulico”</li> </ul>	

Anexo 2: "Ordenamiento urbano del centro poblado Carpapata"



Anexo 3: "Distribución de aspersores en campo"

## 20 aspersores en total



## **PANEL FOTOGRÁFICO**

1. "Centro poblado Carpapata, Colcabamba"



## 2. "Cultivos del centro poblado Carpapata"





### 3. "Terreno de sembríos con pendiente accidentada"



#### 4. "Terrenos de cultivos de papa con el sistema de riego por aspersión"





5. “Levantamiento topográfico de las parcelas de cultivos”









