

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGRÍCOLA



Diseño de un sistema de riego por goteo para el cultivo de limón en el sector quebrada Zarumilla – Tumbes, 2022.

TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGRÍCOLA

AUTOR:
Br. Geiner Garcia Rojas

TUMBES, 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGRÍCOLA



Diseño de un sistema de riego por goteo para el cultivo de limón en el sector quebrada Zarumilla – Tumbes, 2022.

LOS SUSCRITOS DECLARAMOS QUE LA TESIS ES ORIGINAL EN SU CONTENIDO Y FORMA.

Bach. Geiner Garcia Rojas (Autor)

Ing. Deciderio Atoche Ortiz (Asesor)

Código ORCID: 0000-0002-3300-330X

TUMBES, 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGRÍCOLA



Diseño de un sistema de riego por goteo para el cultivo de limón en el sector quebrada Zarumilla – Tumbes, 2022.

TESIS APROBADA EN FORMA Y ESTILO POR:

Dr. Napoleón Puño Lecarnaque (Presidente)

00225904

Handwritten signature of Dr. Napoleón Puño Lecarnaque in black ink, written over a horizontal line.

Dr. José Modesto Carrillo Sarango (Secretario)

00223850

Handwritten signature of Dr. José Modesto Carrillo Sarango in blue ink, written over a horizontal line.

Mg. Clever Antonio Aleman Gonzáles (Vocal)

00203861

Handwritten signature of Mg. Clever Antonio Aleman Gonzáles in red ink, written over a horizontal line.

TUMBES, 2023



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
EX FUNDO FISCAL LA CRUZ-CAMPUS UNIVERSITARIO
SECRETARIA ACADÉMICA**



.....
ANEXO VIII
"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PRESENCIAL

En Tumbes, a los veintisiete días del mes de diciembre del dos mil veintitrés, siendo las veinte horas con treinta minutos (8.30 p.m.), de la noche, en el ambiente del aula 2, de la Ciudad Universitaria, se reunieron el Jurado Calificador, designado por Resolución N° 029-2022/UNTUMBES-VRACAD-FCA-D, Dr. Napoleón Puño Lecarnaque (presidente), Dr. José Modesto Carrillo Sarango, (Secretario), Mg. Clever Antonio Aleman Gonzalez (Vocal), reconociendo en la misma resolución además, al Ing. Dr. Deciderio Atoche Ortiz, como Asesor, se procedió a evaluar, calificar y deliberar la sustentación de la tesis, titulada: titulado: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PARA EL CULTIVO DE LIMÓN EN EL SECTOR QUEBRADA ZARUMILLA - TUMBES, 2022", para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrícola, presentado por el Bach. GEINER GARCIA ROJAS, Concluida la sustentación y absueltas las preguntas, por parte del sustentante y después de la deliberación, el jurado según el artículo N° 65 del Reglamento de Tesis para Pregrado y Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes, declara al: Bach. GEINER GARCIA ROJAS, **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el calificativo **MUY BUENO**

Se hace conocer al sustentante, que deberá levantar las observaciones finales hechas al informe final de tesis, que el jurado le indica.

En consecuencia, queda **APTO** para continuar con los trámites correspondientes a la obtención del título profesional de Ingeniero Agrícola, de conformidad con lo estipulado en la Ley Universitaria N° 30220, el Estatuto, Reglamento General, Reglamento General de Grados y Títulos y Reglamento de Tesis de la Universidad Nacional de Tumbes.

Siendo las **DIEZ** horas y **CINCO** minutos del mismo día, se dio por concluida la ceremonia académica, procediendo a firmar el acta en presencia del público asistente.

Tumbes, **23 DICIEMBRE 2023**

DR. NAPOLEÓN PUÑO LECARNAQUE DNI N° 00225904 CODIGO ORCID: 0000-00025-0088085 Presidente	Dr. JOSÉ CARRILLO SARANGO DNI N° 00223850 CODIGO ORCID: 0000-0003-0841-3064 Secretario
MG. CLEVER ANTONIO ALEMAN GONZALEZ DNI N° 00203861 CODIGO ORCID 0009-0009-6558-9075 Vocal	

DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PARA EL CULTIVO DE LIMÓN EN EL SECTOR QUEBRADA ZARUMILLA - TUMBES, 2022

INDICADORES DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

2%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Nacional de Tumbes

Trabajo del estudiante

8%

2

hdl.handle.net

Fuente de internet

<1%

3

Robles Renteria Julio Cesar. "Diseño, agronomico e hidraulico de un sistema de riego por goteo en el cultivo de nopal (Opuntia ficus indica) variedad copena F1", TESIUNAM, 2006

Publicación

<1%

4

docslide.us

Fuente de internet

<1%

5

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de internet

<1%

6

idoc.pub

Fuente de internet

<1%

7

bizibaratzea.eus

Fuente de internet

<1%

Trabajo

8	Submitted to Pontificia Universidad Catolica Madre y Maestra PUCMM Trabajo del estudiante	<1%
9	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
10	repositorio.ana.gob.pe Fuente de Internet	<1%
11	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1%
12	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE Trabajo del estudiante	<1%
13	www.tdx.cat Fuente de Internet	<1%
14	pdffox.com Fuente de Internet	<1%
15	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
16	www.ece.upm.edu Fuente de Internet	<1%
17	Submitted to Erasmus University of Rotterdam Trabajo del estudiante	<1%
18	es.scribd.com	<1%

Handwritten signature

Fuente de Internet

<1%

19

zagan.unizar.es

Fuente de Internet

<1%

20

J. Reyes-Cabrera, L. Zotarelli, D. L. Rowland, M. D. Dukes, S. A. Sargent. "Drip as Alternative Irrigation Method for Potato in Florida Sandy Soils", American Journal of Potato Research, 2014

Publicación

<1%

21

ddd.uab.cat

Fuente de Internet

<1%

22

es.slideshare.net

Fuente de Internet

<1%

23

repositorio.lamolina.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

24

www.umng.edu.co

Fuente de Internet

<1%

Excluir citas

Activo

Excluir competencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo



DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a mis padres, que siempre me han ayudado a salir adelante, en especial a mi viejita.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida y salud, así como
a mis padres por el apoyo incondicional que
siempre me brindan.

INDICE GENERAL

1. RESUMEN	XIII
2. ABSTRACT	XIV
CAPITULO I	13
3. INTRODUCCIÓN	13
4. REVISIÓN DE LITERATURA (Estado del Arte)	14
4.1. ANTECEDENTES	14
4.2. REVISIÓN LITERARIA	17
4.2.1. Riego por goteo	17
4.2.2. Balance Hídrico de la planta	18
4.2.3. Evapotranspiración.....	18
4.2.4. Disponibilidad del agua en el suelo	19
4.2.5. Coeficiente del cultivo	20
4.2.6. Profundidad de raíces.....	21
4.2.7. Infiltración	21
4.2.8. Diseño Hidráulico.....	22
CAPITULO II	25
5. MATERIALES Y MÉTODOS	25
5.1. TIPO DE ESTUDIO.....	25
5.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	25
5.3. POBLACIÓN.....	25
5.4. TIPO DE MUESTREO.....	25
5.5. MUESTRA.....	26
5.6. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	26
5.7. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	26
5.8. METODOLOGÍA.....	27
5.8.1. MATERIALES, EQUIPOS, INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	27
5.8.2. UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO.....	27
5.8.3. TRABAJO DE CAMPO.....	28
5.8.4. TRABAJO DE LABORATORIO.....	29
5.8.5. TRABAJO DE GABINETE.....	29
CAPITULO III	53
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
6.1. RESULTADOS	53
6.1.1. BALANCE HÍDRICO DEL CULTIVO	53

6.1.2.	DISEÑO AGRONÓMICO DEL CULTIVO	56
6.1.3.	DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO	60
6.1.4.	GRÁFICO COMPARATIVO	75
6.2.	DISCUSIÓN	76
CAPITULO IV	78
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
7.1.	CONCLUSIONES	78
7.2.	RECOMENDACIONES	78
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
9. ANEXOS	82
9.1.	PANEL FOTOGRÁFICO	82
9.2.	VARIABLES METEOROLÓGICAS	85
9.3.	CÁLCULO DE LA TEXTURA DEL SUELO/CAPACIDAD DE CAMPO - PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE.....	85
9.4.	AGUA A APLICAR – RIEGO TRADICIONAL/RIEGO TECNIFICADO (RESUMEN GENERAL) ...	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Infiltración Basica del Suelo</i>	22
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Balance Hídrico de un cultivo.....	18
Figura 2	<i>Evapotranspiración de la Planta</i>	19
Figura 3	<i>Coefficiente del Cultivo</i>	20
Figura 4	<i>Patrón de Distribución de Raíces de un Cultivo</i>	21
Figura 5	<i>Ecuación de Continuidad</i>	23

1. RESUMEN

En la actualidad cerca de un 70% del agua que se consume en el mundo está destinada para las actividades agrícolas, lastimosamente el método más utilizado y poco eficiente es el método por gravedad, que consiste en introducir el agua de manera desorbitada a todo el área que se pretende regar siendo poco eficiente el uso del agua aplicado, es por ello que se diseñara un sistema de riego por goteo para regar de manera más eficiente e inteligente, administrando al suelo el agua requerida por la planta en todas sus fases vegetativas con la finalidad de obtener un mejor desarrollo, una mayor producción y un mejor rendimiento. En la región de Tumbes, existe una gran extensión de tierras agrícolas en las cuales se encuentra instaurados diferentes cultivos como lo es el maíz, plátano, limón, entre otros, los cuales se riegan con métodos tradicionales poco eficientes como es el riego por gravedad, riego por surcos y riego por melgas, perdiéndose agua por infiltración profunda, en ese sentido es importante conocer más de los sistemas de riego presurizados, especialmente el sistema de riego por goteo, que es el sistema más eficiente con respecto a los demás sistemas de riego con un porcentaje de eficiencia que oscila entre los 90 – 95% siendo de vital importancia para optimizar el uso del agua en el sector quebrada Zarumilla del distrito de Zarumilla.

Palabras clave:

Evapotranspiración, Coeficiente del cultivo, Balance Hídrico, Diseño Agronómico, Diseño Hidráulico, Eficiencia de riego.

2. ABSTRACT

Currently about 70% of the water consumed in the world is destined for agricultural activities, unfortunately the most used and inefficient method is the gravity method, which consists of introducing water exorbitantly to the entire area that it is intended to irrigate being inefficient the use of water applied, that is why a drip irrigation system was designed to irrigate more efficiently and intelligently, managing the soil the water required by the plant in all its vegetative phases with the in order to obtain a better development, a greater production and a better performance. In the Tumbes region, there is a large expanse of agricultural land in which different crops are established, such as corn, banana, lemon, among others, which are irrigated with inefficient traditional methods such as gravity irrigation, furrow irrigation and bed irrigation, losing water due to deep infiltration, in this sense it is important to know more about pressurized irrigation systems, especially the drip irrigation system, which is the most efficient system compared to other irrigation systems with an efficiency percentage that oscillates between 90 - 95%, being of vital importance to optimize the use of water in the Zarumilla ravine sector of the Zarumilla district.

Keywords:

Evapotranspiration, Crop Coefficient, Water Balance, Agronomic Design, Hydraulic Design, Irrigation Efficiency.

CAPITULO I

3. INTRODUCCIÓN

En el continente europeo, según la Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA) el sector agrario gasta el tercio de las reservas de agua, por otro lado, la demanda del recurso hídrico en usos exclusivos es bastante elevada y las bajas precipitaciones están limitando las recargas de agua de las fuentes subterráneas, es por ello que un futuro no será posible satisfacer las demandas hídricas de los diferentes sectores, especialmente el de agricultura. En España las estadísticas no son muy optimistas, puesto que el país ha sido incluido en uno de los más castigados por el déficit hídrico para el año 2040. (orizont, 2017)

En el Perú, el 80% del agua subterránea se utiliza para el riego agrícola, sin embargo, un gran porcentaje del agua extraída no es utilizada efectivamente, puesto que los sistemas de riego no son muy eficientes. Se calcula que la eficiencia del recurso hídrico en los sistemas de riego por goteo oscila por el 35%, lo cual es un valor bastante bajo, debido a las fugas existentes en los sistemas de riego y la empleabilidad de los riegos tradiciones (gravedad, inundación, entre otros). (Wikipedia, 2020)

En la región de Tumbes la problemática del sector agrario abarca varios puntos importantes entre ellos se encuentra la paralización de los proyectos de irrigación: Binacional y margen derecha del río Tumbes, una infraestructura de riego obsoleta e insuficiente y los excesivos costos de energía del riego por bombeo. (issuu, 2016)

En el valle de Zarumilla existe una gran extensión de tierras que son regadas de forma tradicional, siendo muy poco eficiente el riego, por esta razón el trabajo de investigación se realizará para elaborar el diseño de un sistema de riego por goteo que buscará optimizar la empleabilidad del recurso hídrico en el sector agrícola de la provincia de Zarumilla, en especial en el sector quebrada Zarumilla perfeccionando la empleabilidad del recurso hídrico, maximizando la eficiencia de riego y por ende mejorando la producción de los cultivos.

4. REVISIÓN DE LITERATURA (Estado del Arte)

4.1. ANTECEDENTES

Según, Saúd (2012). En su Tesis Diseño de un sistema de riego por goteo para cultivos en zonas con escasez de agua. [Tesis de grado]. Universidad San Francisco de Quito, Ecuador. Concluye lo siguiente: (Tostado, 2010)

- El suelo más adecuado para instalar un sistema de riego por goteo es el suelo de textura ligera arenosa, el cual tiene una capacidad de retención de humedad bastante baja, por lo que es necesario suministrar el agua de forma frecuente, pero con bajas dosis.
- El sistema de riego por goteo es muy provechoso, ya que el caudal que emite no es elevado, no existen muchas pérdidas de carga y todo el sistema es controlado, lo que permite regularizar el caudal de todas las líneas regantes y sus demás componentes.

Según, Dioses y Zapata (2017). En su tesis Sistema de riego tecnificado por goteo para cultivo de quinua, financiado por fondo contravalor Perú – Francia; en el distrito de Tauripampa, provincia Yauyos.Lima.2017. [Tesis de Grado]. Universidad Privada Antenor Orrego, Perú. Concluye lo siguiente:

- El principal problema de la comunidad era la reducción del caudal en épocas de estiaje, pasando de 8 litros por segundo a 5 litros por segundo, irrigando solo el 25% del área total regable, con la inserción del sistema de riego por goteo se masificó el uso del agua a un 95% ampliando la cobertura de riego a un 60%.

Según, Albites y Alvitez (2015). En su tesis Diseño de un sistema de riego por goteo para el cultivo de palto Hass en parcela de 22 Ha del subsector de riego Ferreñafe. [Tesis de grado]. Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, Perú. Concluye lo siguiente:

- El diseño agronómico del cultivo de palto se ha definido con un marco de plantación de 6 m x 4 m, como consecuencia se obtuvo una densidad de

417 cultivos por hectárea. Para el diseño se consideró las máximas necesidades hídricas obteniendo como resultado una lámina de riego de 5.74 mm/día, 2 laterales de riego por cada hilera de cultivo con goteros de 1.6 litros/hora cada 40 cm. De acuerdo a la superficie productiva de 18.05 ha, se dividió el área en 4 turnos de riego (4.51 ha/sector aproximadamente), los cuales será irrigadas durante 4 horas 20 minutos diariamente, haciendo un total de 17 horas 20 minutos de riego con un caudal de 17 litros/segundo aproximadamente.

- El diseño hidráulico se realizó de la siguiente manera: El terreno se dividió en 12 subsectores de riego, en el cual a cada subsector se le asignara una válvula hidráulica de 2 o 3" según el área de dominio. La distribución de tuberías se ha realizado de la siguiente manera: Laterales de riego, manguera de polietileno TifDrip de 16 mm de diámetro con emisores cilíndricos de 1.6 litros/hora cada 40 centímetros (Marca NaanDanJain), submatrices telescópicas (63 mm y 1 ½"), tuberías portlaterales (PVC), matrices (de 140 a 75 mm), tubería de material de PVC que abastecen el recurso hídrico a submatrices en cada válvula de campo. La tubería que se esta considerando es de clase 5, la cual tolera una presión máxima a la salida del cabezal (36 m.c.a).

Según, Serapio y Alvarado (2016). En su tesis Diseño e instalación de sistemas de riego localizado y aspersión en 15 hectáreas en la finca de la UNA El Plantel, Masaya, 2016. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Agraria, Nicaragua. Concluye lo siguiente:

- Para los cultivos de Níspero, Mango, Aguacate y Guanábana se estableció el riego por goteo, por otro lado, para la piña y guayaba se implementó las cintas de riego, para la papaya y plátano el sistema de riego por microaspersión y para los cultivos de ajonjolí, Maíz y sorgo el sistema de riego por aspersión.
- Para la incorporación de los sistemas de riego se realizó un levantamiento topográfico de 50.08 hectáreas del área del estudio, de las cuales solo 15 hectáreas fueron usadas para la implementación de los sistemas de riego tecnificado.

Según, Tostado (2010). En su tesis Diseño hidráulico de un sistema de riego por goteo para una huerta aguacatera pequeña. [Tesis de grado]. Universidad Nacional Autónoma de México. México. Concluye lo siguiente:

- El sistema de riego por goteo es una opción viable y aceptable para implementarla en una huerta de aguacate en el sector de Michoacán.
- Los sistemas de riego por goteo cada vez son más conocidos, lo que permite que los costos sean bajos y que las piezas de repuesto se consigan con mayor facilidad.

Según, Tocto (2019). En su tesis Evaluación del sistema de riego por goteo de 56 Has de Vid Red Globe (Vitis Vinífera) Sector la Misteriosa, Irrigación Olmos – Región de Lambayeque. [Tesis de grado]. Universidad Nacional de Trujillo, Perú. Concluye lo siguiente:

- Después de un análisis minucioso del expediente técnico se concluyó que el diseño hidráulico y agronómico son los más apropiados para la adecuada presión de distribución del recurso hídrico, además es correcta la selección de los equipos que conformaran el sistema de riego.
- El sistema de riego contempla el fertirriego, es por ello que la administración de fertilizantes de manera proporcional, hace referencia a por cierto volumen (m³) de agua se administra un volumen (Litros) proporcional de fertilizantes.
- DREAM, es el sistema de monitoreo de riego, el cual advierte cualquier anomalía en el sistema cuando se está efectuando el fertirriego.

Según, Del Cioppo (2016). En su tesis Valoración del servicio ecosistémico del agua para riego presurizado del cultivo de cacao (Theobroma Cacao L.) en la zona regable chongon del trasvase Daule – Santa Elena – Ecuador. [Tesis de postgrado]. Universidad Nacional de Tumbes, Perú. Concluye lo siguiente:

- La precipitación efectiva promedio anual en la zona de estudio es de 619.3 mm, del cual el 95.6% llueve entre los meses de enero y abril y el

4.4% entre los meses de mayo y diciembre, la evapotranspiración mínima es de 3.30 mm/ día y la máxima de 4.26 mm/día.

- El cultivo de cacao, en términos de agua requiere de un promedio de 13800 m³/ha/año, por otro lado, el requerimiento ecosistémico es de 8694 m³/ha/año.

Según, Arias (2019). En su tesis Diseño de un sistema de riego por goteo automatizado, para el cultivo de cacao (*Teobroma Cacao L.*) en el fundo “Cantagallo”, San Martín – Perú. [Tesis de grado]. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. Concluye lo siguiente:

- El sistema de riego contará con una automatización tipo bucle abierto, el cual estará conformado por un programador de riego y una red de electroválvulas articuladas a través de un cable de señal y un cable común (cada uno estará entubados), estos serán accionados mediante un chok eléctrico de 24 V-AC, encendiendo en primer lugar la electroválvula y luego el tablero tipo estrella triangulo, este último es el que acciona el motor de la bomba de impulsión del sistema de riego.
- El sistema de riego por goteo en función del diseño hidráulico está conformado por una línea matriz (HDPE) de 75 mm de diámetro (clase 10), la misma que distribuirá el agua en los 8 turnos de riego programados, así mismo, la distribución del recurso hídrico será accionada a través de 8 electroválvulas, las cuales se encuentran diseñadas para velocidades menores de 2 metros/segundo.

4.2. REVISIÓN LITERARIA

4.2.1. Riego por goteo

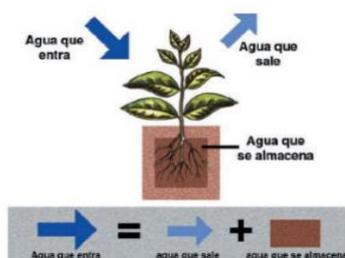
Para Fernández, Ávila, López, Gavilán, & Oyonarte, el Riego localizado “Es el sistema de riego por goteo más conocido en el mundo, el cual consiste en hacer circular el agua a presión a través de las instalaciones hasta llegar a los emisores, en donde pierde velocidad y presión y sale gota a gota”. (2010) (p.11).

4.2.2. Balance Hídrico de la planta

Para Fernández et al. (2010) el balance hídrico de la planta es “el riego aplicado a la planta y el consumo de la misma, por lo que esta tendrá una entradas y salidas de agua tal y como se muestra en la figura 1.” (p.63).

Figura 1

Balance Hídrico de un cultivo



Nota. Reproducida de Balance Hídrico de un Cultivo, Fernández, R., Ávila, R., López, M., Gavilán, P., & Oyonarte, N., 2010, Manual de riego para agricultores. Modulo 4. Riego Localizado.

4.2.3. Evapotranspiración

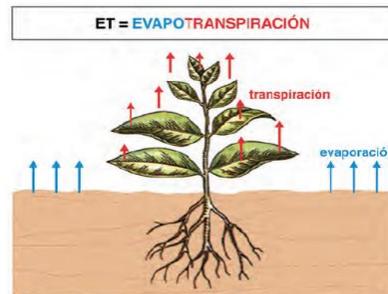
Para el diseño agronómico es importante conocer la evapotranspiración del cultivo, por tal razón Fuentes & García nos definen la evapotranspiración como:

El agua consumida por la planta y la evaporada en el área donde se encuentra sembrado el cultivo, tal y como se muestra en la figura 2. Es importante decir que existen dos tipos de evapotranspiración:

- Evapotranspiración máxima o potencial: Es el volumen de agua consumido por un terreno cubierto de vegetación homogénea, densa y en plena actividad vegetativa durante un periodo de tiempo.
- Evapotranspiración real: Es el volumen de agua real utilizada por un cultivo en cualquier de sus fases vegetativas.

Figura 2

Evapotranspiración de la Planta



Nota. Reproducida de Evapotranspiración de la planta, Fernández, R., Ávila, R., López, M., Gavilán, P., & Oyonarte, N., 2010, Manual de riego para agricultores. Modulo 4. Riego Localizado.

4.2.4. Disponibilidad del agua en el suelo

Según Vásquez, Vásquez, Vásquez, & Cañamero (2017), “La disponibilidad de agua para que pueda ser utilizadas por los cultivos está dentro de los rangos de humedad a capacidad de campo y punto de marchitez permanente” (p.51).

- **Capacidad de campo (CC)**

Vásquez et al., conceptualiza este parámetro como:

La capacidad límite de retener agua de un suelo, el cual se puede saber después de 6 a 72 horas de un riego pesado (2017) (p.52).

- **Punto de marchitez permanente (PMP)**

Vásquez et al., conceptualiza este parámetro como:

Es el punto en el cual el cultivo presenta caída de hojas, escaso desarrollo y síntomas de marchitamiento a causa de la baja circulación del agua del suelo a la planta (2017) (p.52).

- **Humedad aprovechable total (HAT)**

Para Vásquez et al. (2017), el concepto de humedad aprovechable total va definido como “la resta del contenido de humedad a capacidad de campo y el contenido de humedad a punto de marchitez permanente” (p.53).

$$\text{HAT (\%)} = \Theta_{cc} (\%) - \Theta_{pmp} (\%)$$

Donde:

HAT (%) : Humd. aprov. tot. (Vol %)

Θ_{cc} (%) : Conten. de Humd. a Cap. de camp. (Vol %)

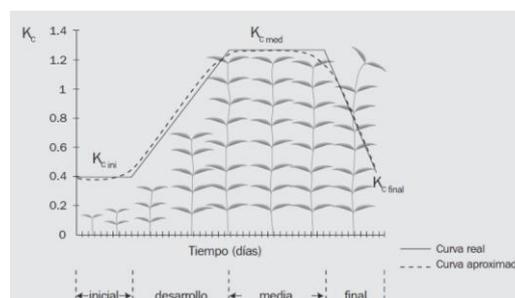
Θ_{pmp} (%): Conten. de humd. a punt. de march. permant. (Vol%)

4.2.5. Coeficiente del cultivo

Para Vásquez et al. (2017), el concepto de coeficiente de cultivo va definido como “el valor que denota el nivel de crecimiento de los cultivos” (p.178). La Figura 3 esquematiza este concepto.

Figura 3

Coeficiente del Cultivo



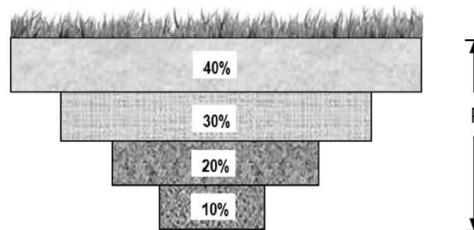
Nota. Reproducida de coeficiente de cultivo, Carrazón, J., 2007, Manual práctico para el diseño de sistemas de minirriego.

4.2.6. Profundidad de raíces

El Padrón de distribución de raíces de un cultivo según Vásquez (2017) “varía según la humedad a la cual está expuesta, a la naturaleza física del suelo, a las características intrínsecas del perfil del suelo y a la edad vegetativa” (p.57).

Figura 4

Patrón de Distribución de Raíces de un Cultivo



Nota. Reproducida de patrón de distribución de raíces de un cultivo, Vásquez, A., Vásquez, I., Vásquez, c., & Cañamero, M., 2017, Fundamentos de la ingeniería de riegos.

4.2.7. Infiltración

Según Fuentes & García, nos define la infiltración como:

La cantidad de agua que ingresa al suelo en un tiempo determinado, esto dependerá de la composición del suelo y de la facilidad con la que el agua pueda fluir en el interior del terreno, comúnmente la velocidad de infiltración se mide en cm/hora o mm/hora.

La velocidad de infiltración es alta cuando el suelo se encuentra seco, pero a medida que el agua va ingresando al interior del terreno va expandiendo las arcillas y éstas van taponeando parcialmente los poros hasta el punto de generar que la velocidad con la que fluye el agua disminuya hasta ser constante, a esto se le llama infiltración básica, el cual dependerá de la estructura y textura del suelo (1999) (p.28-29). Este concepto se esquematiza en la Tabla 1.

Tabla 1

Infiltración Básica del Suelo

Tipo de Suelo	Infiltración Básica (mm/hora)
Arcilloso	<5
Franco Arcilloso	5-10
Franco	10-20
Franco Arenoso	20-30
Arenoso	>30

Nota. Esta tabla ha sido reproducida de Infiltración básica del suelo, Fuentes, J., & García, G., 1999, Técnicas de riego: Sistemas de riego en la agricultura.

4.2.8. Diseño Hidráulico

Según Fernández et al. (2010), nos dice que “el diseño hidráulico define las dimensiones de la red, los componentes del sistema de riego y el funcionamiento de las instalaciones, lo cual permitirá administrar la dosis correcta a los cultivos” (p.54).

4.2.8.1. Conceptos básicos de hidráulica

a) Ecuación de continuidad

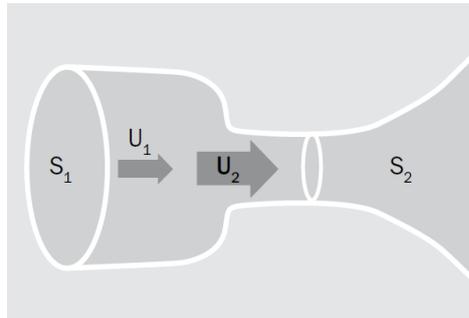
Según Carrazón (2007), define este parámetro como “la conservación del caudal que fluye en determinada tubería pese al cambio de secciones, esto se refleja en la siguiente ecuación:

$$Q = S_1 \times U_1 = S_2 \times U_2 = \text{constante} \text{ (p.119)}$$

El concepto mencionado se esquematiza en la Figura 5.

Figura 5

Ecuación de Continuidad



Nota. Reproducida de Ecuación de continuidad, Carrazón, J., 2007, Manual práctico para el diseño de sistemas de minirriego.

“La ecuación de continuidad será útil para obtener la velocidad del agua en los diferentes tramos de una tubería, ya que conociendo el caudal con el cual fluye y las diferentes áreas del tramo seleccionado se podrá conocer la velocidad del flujo” (Carrazón, 2007, p.119).

b) Caudal

Para Vásquez el caudal es el volumen de agua que pasa por un lugar en específico (rio, acequia, canal, etc.) y en tiempo determinado. Para medir el caudal del agua se hace uso del m³/s como unidad de medida (2017) (p.411).

c) Velocidad del agua

Para Carrazón a mayor velocidad, mayor sobrepresión de agua en las tuberías, a partir de este principio se establecen los valores máximos para los sistemas de conducción de agua potable o riego, por tal motivo se ha establecido como límite máximo 3 m/s para los sistemas construidos en PE normalizado, HG y PVC y 0.7 m/s para los sistemas de poliducto o PE no normalizado (2007) (p.130).

d) Presión

Para Carrazón (2007) la presión “es la fuerza que aplica cualquier tipo de fluido sobre un objeto en particular o un área específica, para que ocurra este fenómeno el fluido tiene que estar en contacto con el objeto o superficie. Para el sistema de minirriego nos será útil saber la presión que aplica el agua sobre los muros de la tubería para realizar los cálculos correspondientes” (p.119).

e) Perdidas de carga

Para Fernández, Ávila, López, Gavilán, & Oyonarte las pérdidas de carga se definen como la pérdida de fuerza del agua a través de su recorrido por la tubería conductora, debido al rozamiento con las paredes, al paso por elementos filtrantes o equipos de fertirrigación y a los cambios bruscos de dirección a través de codos, tes, etc (2010) (p.54).

CAPITULO II

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. TIPO DE ESTUDIO

La tesis fue básica, puesto que el estudio se centró en el uso de los conocimientos de agronomía e hidráulica para diseñar el sistema de riego localizado, ayudando así a solucionar el problema de la ineficiencia de riego que existe actualmente en el distrito de Zarumilla.

5.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La tesis fue de tipo no experimental transversal o transeccional – Descriptivo – Explicativo.

Fue no experimental transversal porque se hizo la recolección de los datos de las diferentes pruebas de campo y de laboratorio en un solo momento, y en un tiempo único, además fue descriptivo, porque se describió las variables de estudio además de las bases teóricas para efectuar el diseño del sistema de riego por goteo, por otro lado, fue explicativa, ya que se explicó de qué forma se puede llegar a optimizar el uso del agua para riego agrícola utilizando un sistema de riego por goteo.

5.3. POBLACIÓN

La población de estudio del presente trabajo de investigación fue todas las hectáreas de terreno del valle agrícola del distrito de Zarumilla.

5.4. TIPO DE MUESTREO

En la presente investigación se efectuó el uso del muestreo no probabilístico (no aleatorio) de tipo discrecional.

5.5. MUESTRA

La muestra en función del muestreo, fue de 2 Ha de terreno agrícola ubicado en el sector quebrada Zarumilla del distrito de Zarumilla perteneciente al propietario Manuel Facundo Ticliahuanca.

5.6. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para obtener resultados claros y concisos se empleó las técnicas de recolección de datos, las cuales se describen a continuación:

Análisis de documentos. Se hizo una búsqueda exhaustiva sobre información valorativa en documentos técnicos pedagógicos y administrativos (Libros, tesis, Datos, etc.) relacionados con el objetivo de la investigación.

Observación. Se observó el lugar donde se pretendía instalar el sistema de riego por goteo, para saber sus características físicas, el tipo de clima, la disponibilidad de agua, la superficie del terreno, la pendiente del terreno, entre otros.

5.7. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

En función de las técnicas de recolección de datos, se hizo uso de los siguientes instrumentos de recolección de datos:

Lectura. Se realizó una revisión literaria de diferentes libros de riego para conocer los conceptos básicos de agronomía e hidráulica que nos permitió definir el diseño agronómico y calcular el diseño hidráulico de todo el sistema de riego por goteo.

Observación. Se observó las características de los diferentes factores (suelo, clima, etc.) que influyeron en el diseño del sistema de riego, así mismo se observó los resultados obtenidos en los diferentes cálculos que se realizaron.

5.8. METODOLOGÍA

5.8.1. MATERIALES, EQUIPOS, INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

5.8.1.1. MATERIALES

- ✓ Muestras del terreno

5.8.1.2. EQUIPOS

- ✓ Celular
- ✓ Laptop HP
- ✓ Equipos de laboratorio para el estudio del suelo

5.8.1.3. HERRAMIENTAS

- ✓ Barreta
- ✓ Wincha
- ✓ Bolsa plástica
- ✓ Libreta de apuntes
- ✓ Microsoft Word
- ✓ Microsoft Excel
- ✓ Google earth

5.8.2. UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

La parcela agrícola donde se realizó la investigación se encuentra ubicada en el sector Quebrada Zarumilla del distrito de Zarumilla.

Ubicación Geodésica: Datum WGS 84 – 17 M

Norte: 9611843 m N

Este: 577752 m E

Elevación: 18 msnm



Fuente: Google Earth

5.8.3. TRABAJO DE CAMPO

5.8.3.1. RECONOCIMIENTO DE PARCELA

Se realizó la inspección ocular de la parcela para observar el relieve del terreno, obtener las coordenadas UTM y realizar la delimitación del área de estudio.

5.8.3.2. EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE SUELO

Para el diseño agronómico, fue necesario conocer las características físicas del suelo, es por ello que con la ayuda de una barreta se excavo una calicata de un 0.8 m de largo, 0.6 m de ancho y 0.80 m de profundidad con la finalidad de extraer las muestras necesarias de terreno para realizar su análisis correspondiente en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Tumbes.

5.8.4. TRABAJO DE LABORATORIO

Extraída las muestras de suelo de las calicatas, se procedió a llevarlas al laboratorio para su análisis correspondiente.

5.8.4.1. ANÁLISIS DE MUESTRAS DE SUELO EN LABORATORIO

En el laboratorio se realizó una serie de pruebas para encontrar las propiedades del suelo, es por ello que continuación se describen las propiedades de mayor interés con su respectivo método de cálculo.

- Textura del suelo (Método del hidrómetro)
- La capacidad de campo del suelo (Método del tamiz)
- El punto permanente de marchitez del suelo (Formula)

5.8.5. TRABAJO DE GABINETE

5.8.5.1. CÁLCULO DEL BALANCE HÍDRICO DEL CULTIVO

Con los parámetros físicos del suelo y el consumo diario de la planta se realizó el cálculo del balance hídrico del cultivo de limón utilizando el programa Microsoft Excel.

5.8.5.2. CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS PARA EL DISEÑO AGRONÓMICO

Para definir el diseño agronómico fue importante conocer los siguientes parámetros:

5.8.5.2.1. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO

Este parámetro se define como el volumen de agua consumido por la planta a través de la evaporación y transpiración.

Para obtener la evapotranspiración del cultivo debemos disponer del coeficiente del cultivo (limón) y la evapotranspiración potencial.

Formula

$$ETC = Eto \times Kc$$

Donde:

ETC: Evapotranspirac. del cultiv. (mm/dia)

Eto: Evapotranspirac. potencial del cultiv. (mm/día)

Kc: Coefic. del cultiv.

5.8.5.2.2. CÁLCULO DE LA LÁMINA DE AGUA APROVECHABLE A NIVEL RADICULAR

Este parámetro se define como la cantidad de agua disponible en la zona radicular.

Para realizar este cálculo debemos disponer de los valores de peso específico (del suelo y agua), profundidad efectiva de raíces, capacidad de campo, punto de marchitez permanente y porcentaje de humedad aprovechable

Formula:

$$La = (CC - PM/100) \times Pea/Pea \text{ H}_2\text{O} \times Pr \times Pa$$

Donde:

La: Lamin. aprovechabl.(mm)

CC: Hum. capac. de camp. (%peso)

PM: Hum. Punt. de marchtz (%peso)

Pea: Pes. especif. del suel. (gr/cc)

Pea H₂O: Pes. especif. del agua (1gr/cc)

Pr: Prof. de raics (mm)

Pa: Porcent. de hum. aprovech (%)

5.8.5.2.3. CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE BULBO HUMEDECIDO

Este parámetro se define como la dimensión irrigada por el gotero, el cual dependerá de la textura del suelo y el caudal aplicado.

Para realizar esta operación debemos disponer del valor del caudal del emisor seleccionado, además del valor de la infiltración básica obtenida en la prueba de infiltración del suelo.

Formula:

$$d: (q_e/0.785 \times IB)^{1/2}$$

Donde:

d: diametr. del bulb. humdc (m)

q_e: gasto del gotero (Litrs/hr)

IB: Infiltrac. basic.(mm/h)

5.8.5.2.4. CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN HORARIA DEL SISTEMA

Este parámetro se define como la cantidad de agua administrada al cultivo en una hora.

Para realizar este cálculo debemos disponer de los valores de caudal del emisor, el porcentaje de superficie irrigada y el número de emisores por hectárea.

Formula:

$$\text{Phr} = \text{N}^\circ \text{ emisores por Ha} \times \text{qe}/100 \times \text{PAR}$$

Donde:

Phr = Precipitac. horar. del sistem.(mm/h)

qe = gasto del gotero (Lit/hr)

PAR = Porcent. de área irrigada

5.8.5.2.5. CÁLCULO DEL INTERVALO DE RIEGO

Este parámetro se define como la frecuencia de riego.

Para realizar este cálculo debemos de disponer del valor de la evapotranspiración del cultivo y la cantidad de agua aprovechable a nivel radicular.

Formula:

$$\text{Ir} = \text{LAzr}/\text{ETC}$$

Donde:

Ir = Interv. de rieg. (días)

LAzr = Lam. de agua aprovech. a niv. radic. (mm)

ETC = Evapotransp. del cultv (mm/día)

Se redondea al valor mínimo en el caso de que el resultado sea un numero decimal (Ir aj*)

5.8.5.2.6. CÁLCULO DE LA LÁMINA DE RIEGO

Este parámetro se define como la cantidad de agua que se le tiene que reponer al cultivo después de habersele irrigado.

Para realizar este cálculo debemos disponer del intervalo de riego y la evapotranspiración del cultivo diaria.

Formula:

$$LR_{aj} = Ir_{aj} \times ETC$$

Donde:

LR_{aj} = Lam. de rieg. ajustad. (mm)

Ir_{aj} = Interv. de rieg. ajustad. (días)

ETC = Evapotransp. del cultiv (mm/día)

5.8.5.2.7. CÁLCULO DE LA LÁMINA BRUTA

Este parámetro se define como la cantidad que se le va aplicar al cultivo teniendo en cuenta la eficiencia del sistema de irrigación.

Para realizar este cálculo debemos disponer del valor de la lámina de riego y la eficiencia del sistema.

Formula:

$$LB = LR_{aj} \times 10 / \text{Efic. del sist.}$$

Donde:

LB = Lam. Brut (mm)

LR_{aj} = Lam. de rieg. ajustad. (mm)

Efic. del sist = Efic. del sist. de rieg. por got. (%)

5.8.5.2.8. CÁLCULO DE LAS HORAS DE RIEGO POR TURNO

Este parámetro se define como el número de horas que tomara reponer la cantidad de agua aprovechable para el cultivo.

Para realizar este cálculo debemos disponer de la precipitación horaria del sistema y el valor de la lámina bruta.

Formula:

$$Ht = LB / Phr$$

Donde:

Ht = Hrs de rieg. por turn (h)

LB = Lam. brut. (mm)

Phr = Precipitac. hor. del sistm. (mm/h)

5.8.5.2.9. CÁLCULO DEL MÁXIMO NÚMERO DE TURNOS DIARIOS

Este parámetro se define como el número de turnos que se puede irrigar un cultivo durante el día.

Para realizar este cálculo debemos disponer del valor de horas de irrigación por turno y las horas máximas diarias de irrigación.

Formula:

$$Td = Hm / Ht$$

Donde:

Td = Max. numer. de turns. diars

Hm = Hrs de rieg. maxs. al dia (hrs)

Ht = Hrs. de rieg. por turn. (hrs)

5.8.5.2.10. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE RIEGO BRUTO

Este parámetro se define como la cantidad de agua a administrar a la hectárea bajo riego.

Para realizar este cálculo debemos disponer del porcentaje de superficie bajo riego y el valor de la lámina bruta.

Formula:

$$VB = LB \times PAR/100$$

Donde:

VB = Vol. de rieg. brut. (m³/ha)

LB= Lam. brut. (mm)

PAR = Porcent. de área baj. rieg,

5.8.5.2.11. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE RIEGO BRUTO POR TURNO

Este parámetro se define como la cantidad de recurso hídrico que se va emplear para irrigar la superficie de terreno en su turno de riego.

Para realizar este cálculo debemos disponer del volumen de riego bruto y el valor del área bajo riego por turno.

Formula:

$$VBt = Sr \times Vr$$

Donde:

VBt = Vol. de rieg. por turn. (m³/turn.)

Sr = Superf. baj. rieg, por turn. (ha)

Vr = Vol. de rieg. brut (m³/ha)

5.8.5.2.12. CÁLCULO DEL CAUDAL REQUERIDO

Este parámetro se define como el caudal total que necesitara el sistema de irrigación para poder funcionar adecuadamente.

Para realizar este cálculo debemos disponer de las horas de irrigación por turno y el valor de volumen de riego por turno.

Formula:

$$Q_r = V_{Bt} \times H_t$$

Donde:

Qr = Gasto requer. (m³/h)

VBt = Vol. de rieg. por turn (m³/turn.)

Ht = Hrs de rieg. por turn (h)

5.8.5.3. CÁLCULO DEL DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

5.8.5.3.1. CÁLCULO DE CAUDAL TOTAL DE LATERAL

Para realizar este cálculo debemos de disponer del gasto medio del gotero y la cantidad de goteros que componen la tubería lateral.

Formula:

$$Q_{TL} = n \times q \times 3600$$

Donde:

QTL: Caudal total de lateral (Lit/h)

n: Num. de emisor del later.

q: Gasto med. del emisor (Lit/s)

5.8.5.3.2. CÁLCULO DE DIÁMETRO DE TUBERÍA DEL LATERAL

Para realizar este cálculo debemos disponer del valor de caudal total del lateral y la velocidad de diseño.

Formula:

$$DTL = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$$

Donde:

DTL = Diámetro de tubería lat. (m)

Q: Gasto tot. de tubería lat. (m³/s)

V: Velocidad de diseño (m/s)

5.8.5.3.3. CÁLCULO DEL FACTOR CHRISTIANSEM

Para realizar este cálculo debemos disponer del valor del número de goteros y el valor de blasius para PVC O PE.

Formula:

$$F = \frac{1}{1+m} + \frac{1}{2n} + \frac{\sqrt{m}-1}{6n^2}$$

Donde:

n: Numero de goteros

m: valor de 1.75 para Blasius (PVC o PE)

5.8.5.3.4. CÁLCULO DE LONGITUD FICTICIA

Para realizar este cálculo debemos disponer del valor de la longitud real del lateral, la distancia equivalente del gotero y la cantidad de goteros que componen la tubería lateral.

Formula:

$$L_f: L + (N_g * L_e)$$

Donde:

L_f: Long. Fictic (m)

L: Long. real del lat. (m)

N_g: Num. de emis. (goters) del lat.

L_e: Long. equiv. del emis. (m)

5.8.5.3.5. CÁLCULO DE PERDIDA DE CARGA EN EL LATERAL

Para realizar esta operación debemos disponer del valor del caudal total del lateral, la distancia ficticia, el diámetro de la cañería comercial elegida y el factor christiansem.

Formula:

$$h = \frac{0.496 * Q^{1.75} * F_C * L_f}{D^{4.75}}$$

Donde:

h: Perd. de carg. en lat. (mca)

Q: Gasto (Lit/h)

D: Diam. de la tub. comerc. elegid. (mm)

Fc: Fact. Christians.

Lf: Long. Fictic. (m)

5.8.5.3.6. CÁLCULO DE VARIACIÓN MÁXIMA DE PRESIÓN EN EL LATERAL

Para realizar este cálculo debemos disponer del valor de presión de trabajo del emisor seleccionado y el exponente de descarga del emisor, toda esta información se extrae de la curva característica del emisor.

Formula:

$$dh = \frac{0.1}{x} H$$

Donde:

dH: Variac. max. de pres. en el lat. (mca)

H: Pres. de trabaj. del goter. (mca)

X: Exp. de descarg. del goter.

5.8.5.3.7. CÁLCULO DE PRESIÓN NECESARIA EN EL ORIGEN DEL LATERAL

Para realizar esta operación debemos disponer del desnivel topográfico entre los extremos del lateral, la presión de trabajo del emisor y las pérdidas de carga en la tubería lateral.

Formula:

$$PL = P_m + 0.73 * h + H_g/2$$

Donde:

PL = Pres. en el orig. del lat. (mca)

P_m = Pres. med. en el lat. del got (mca)

h = Perd. de carg. en el lat. (mca)

H_g = Desnv. geometric. entre los extrens. del lat. (mca)

5.8.5.3.8. CÁLCULO DE CAUDAL TOTAL DE TUBERÍA TERCIARIA

Para realizar este cálculo debemos disponer del valor del número de laterales en la subunidad de riego y el caudal total del lateral.

Formula:

$$QTT = n \times QTL$$

Donde:

QTT: Caudal total de terciaria (Lit/h)

n: Numero de laterales de tubería terciaria

QTL: Caudal total del lateral (Lit/h)

5.8.5.3.9. CÁLCULO DE DIÁMETRO DE TUBERÍA TERCIARIA

Para realizar este cálculo debemos disponer del valor del caudal total de la tubería terciaria y la velocidad de diseño.

Formula:

$$DTT = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$$

Donde:

DTT = Diámetro de tubería terciaria (m)

Q: Caudal total de tubería terciaria (m³/s)

V: Veloc. de diseñ. (m/s)

5.8.5.3.10. CÁLCULO DEL FACTOR CHRISTIANSEN

Para realizar este cálculo debemos disponer del valor del número de laterales y el valor de blasius para PVC O PE.

Formula:

$$F = \frac{1}{1+m} + \frac{1}{2n} + \frac{\sqrt{m}-1}{6n^2}$$

Donde:

n: Numero de laterales

m: valor de 1.75 para Blasius (PVC o PE)

5.8.5.3.11. CÁLCULO DE LA LONGITUD FICTICIA

Para realizar este cálculo debemos disponer del valor de la distancia equivalente, la distancia de la cañería terciaria y el número de laterales de la subunidad de riego.

Formula:

$$L_f = L + (N_g * L_e)$$

Donde:

L_f : Long. Fictic. (m)

L : Long. real de la tub. terciaria (m)

N_g : Numero de laterales

L_e : Longitud equivalente del lateral (m)

5.8.5.3.12. CÁLCULO DE PERDIDA DE CARGA EN TUBERÍA TERCIARIA

Para realizar esta operación debemos disponer del valor del caudal total de la cañería terciaria, la distancia ficticia, el factor christiansem y el diámetro de la cañería comercial elegida.

Formula:

$$h = \frac{0.496 * Q^{1.75} * F_C * L_f}{D^{4.75}}$$

Donde:

h : Perd. de carg. en tubería terciaria (mca)

Q : Gasto (Lit/h)

D: Diametr. de la tub. comerc. elegid. (mm)

Fc: Fact. Christians.

Lf: Long. Fictic. (m)

5.8.5.3.13. CÁLCULO DE LA VARIACIÓN MÁXIMA DE PRESIÓN EN LA TUBERÍA TERCIARIA

Para realizar este cálculo debemos disponer de la disminución de carga en la cañería lateral y el valor de variación máxima de presión en la cañería lateral.

Formula:

$$ha = \frac{0.1}{x} * H - h$$

Donde:

ha = Perdids. de carg. admisibls. en la terciar. (mca).

H = Pres. de trabaj. del emisir (mca).

x = Exp. de descarg. del emisir.

h = Perdid. de carg. real en el lat. (se toma el lateral de mayor pérdida de carga). (mca)

5.8.5.3.14. CÁLCULO DE PRESIÓN NECESARIA EN EL ORIGEN DE LA TUBERÍA TERCIARIA

Para realizar este cálculo debemos disponer del valor de la presión necesaria en el inicio del lateral, el desnivel topográfico entre los extremos de la cañería terciaria y la disminución de carga en la cañería terciaria

Formula:

$$POT = PL + 0.73 * h + Hg/2$$

Donde:

POT = Pres. en el origen. de la tub. terciar. (mca).

PL = Pres. necesar. en el origen. del lat. (mca).

h = Perd. de carg. en la tub. terciar. (mca).

Hg = Desnv. geometric. entre los extremos del lat. (mca).

5.8.5.3.15. CÁLCULO DE CAUDAL TOTAL DE TUBERÍA SECUNDARIA

Este valor es igual al valor del caudal total de la tubería terciaria.

Formula:

$$QTS = QTT$$

Donde:

QTS: Caudal total de tubería secundaria (Lit/h)

QTT: Caudal total de tubería terciaria (Lit/h)

5.8.5.3.16. CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA SECUNDARIA

Para realizar este cálculo debemos disponer del valor del caudal total de la tubería secundaria y la velocidad de diseño.

Formula:

$$DTS = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$$

Donde:

DTS = Diámetro de tubería secundaria (m).

Q: Caudal total de tubería secundaria (m³/s).

V: Veloc. de diseñ. (m/s).

5.8.5.3.17. CÁLCULO DE LA PERDIDA DE CARGA EN TUBERÍA SECUNDARIA

Para realizar esta operación debemos disponer del valor del caudal total de la tubería secundaria, la distancia de la cañería secundaria y el diámetro de la cañería comercial elegida.

Formula:

$$h = \frac{0.496 * Q^{1.75} * L}{D^{4.75}}$$

Donde:

h: Perd. de carg. en tubería secundaria (mca)

Q: Gasto (Lit/h)

D: Diametr. de la tub. comer. elegid. (mm)

L: Long. de tub. secundar. (m)

5.8.5.3.18. CÁLCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR ACCESORIOS

Para realizar esta operación debemos disponer del valor del coeficiente de perdidas singulares de los diferentes accesorios en la tubería secundaria y la velocidad en la entrada del accesorio.

Formula:

$$H_f = K \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

H_f: Perd. de carg. por accesorios (mca)

K: Coeficiente de perdida singulares por accesorios

V: Velocidad de entrada a la singularidad (m/s)

g: gravedad (9.8 m/s²)

5.8.5.3.19. CÁLCULO DE PERDIDAS DE CARGA TOTAL EN TUBERÍA SECUNDARIA

Para realizar esta operación debemos disponer del valor de las disminuciones de carga en la cañería secundaria y las disminuciones de carga por accesorios.

Formula:

$$h_t = h + h_f$$

Donde:

h_t: Perds. de carg. tot. en la tub. secundar. (mca)

h: Perd. de carg. en tub. secundar. (mca)

h_f: Perd. de carg. por accesorios. (mca)

**5.8.5.3.20. CÁLCULO DE LA PRESIÓN NECESARIA EN EL ORIGEN
DE LA TUBERÍA SECUNDARIA**

Para realizar esta operación debemos disponer del empuje necesario en el inicio de la terciaria, las pérdidas de carga total en la cañería secundaria y el desnivel topográfico entre los extremos del lateral.

Formula:

$$POS = PT + 0.73 * ht + Hg/2$$

Donde:

POS = Pres. en el origen. de la tub. secundar. (mca)

PT = Pres. necesar en origen. de la tub. terciar. (mca)

ht = Perd. de carg. tot. en la tub. secundar. (mca)

Hg = Desnv. geometric. entre los extrens. del lat. (mca)

5.8.5.3.21. CÁLCULO DEL CAUDAL TOTAL DE LA TUBERÍA PRINCIPAL

Este valor es igual al valor de la tubería secundaria.

Formula:

$$QTP = QTS$$

Donde:

QTP: Caudal total de tubería principal (Lit/h)

QTS: Caudal total de tubería secundaria (Lit/h)

5.8.5.3.22. CÁLCULO DE DIÁMETRO DE TUBERÍA PRINCIPAL

Para realizar este cálculo debemos disponer del valor del caudal total de la tubería principal y la velocidad de diseño.

Formula:

$$DTP = \sqrt{\frac{4.Q}{\pi.v}}$$

Donde:

DTP = Diámetro de tubería principal (m)

Q: Caudal total de tubería secundaria (m³/s)

V: Veloc. de diseñ. (m/s)

5.8.5.3.23. CÁLCULO DE LA PERDIDA DE CARGA EN LA TUBERÍA PRINCIPAL

Para realizar esta operación debemos disponer del valor del caudal total que fluye en la cañería principal, diámetro de la cañería comercial elegida y la longitud de la tubería principal.

Formula:

$$h = \frac{0.496 * Q^{1.75} * L}{D^{4.75}}$$

Donde:

h: Perd. de carg. en tubería principal (mca)

Q: Gasto (Lit/h)

D: Diamet. de la tub. comerc. eleg. (mm)

L: Long. de tub. princip. (m)

5.8.5.3.24. CÁLCULO DE LAS PERDIDAS DE CARGA POR ACCESORIOS

Para realizar esta operación debemos disponer del valor del coeficiente de perdidas singulares de los diferentes accesorios en la tubería principal y la velocidad en la entrada en el accesorio.

Formula:

$$H_f = K \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

H_f: Perd. de carg. por accesorios (mca)

K: Coeficiente de perdida singulares por accesorios

V: Velocidad de entrada a la singularidad (m/s)

g: gravedad (9.8 m/s²)

5.8.5.3.25. CÁLCULO DE PERDIDAS DE CARGA TOTAL EN TUBERÍA PRINCIPAL

Para realizar esta operación debemos disponer del valor de la disminución de carga en la cañería principal y la disminución de carga por accesorios.

Formula:

$$h_t = h + h_f$$

Donde:

ht: Perd. de carg. tot. en tub. princip. (mca)

h: Perd. de carg. tot. en tub. princip. (mca)

hf: Perd. de carg. por accesor. (mca)

5.8.5.3.26. CÁLCULO DE LA PRESIÓN NECESARIA EN EL ORIGEN DE LA TUBERÍA PRINCIPAL

Para realizar este cálculo debemos disponer del valor de la presión necesaria en el inicio de la cañería secundaria, las pérdidas de carga en la cañería primaria y el desnivel topográfico entre los laterales de la tubería principal.

Formula:

$$POP = PS + 0.73 * ht + Hg/2$$

Donde:

POP = Pres. en el orign. de la tub. princip. (mca).

PS = Pres. neces. en orign. de la tub. secundar. (mca).

ht = Perd. de carg. tot. en la tub. princip. (mca).

Hg = Desnv. geometric. entre los extremos del lat. (mca).

5.8.5.3.27. CÁLCULO DE LAS PERDIDAS DE CARGA EN EL CABEZAL DE RIEGO

Para realizar esta operación debemos disponer de la estimación de las pérdidas de carga que se generan en el sistema de purificación, equipo de abonación, equipos de registro y calculo, etc., además de calcular la perdida de carga que se producen en la tubería que va conectada a la bomba.

Formula:

$$hcr = hsf + hef + hac + ham + htb$$

Donde:

hcr: Perdids. de carg. en el cabezal de rieg. (mca).

hsf: Perdids. de carg. que se generan en el sistema de filtrado (mca).

hef: Perdids de carg. que se generan en el equipo de fertilización (mca).

hac: Perdids de carg. que se generan en los aparatos de control (mca).

ham: Perdids. de carg. que se generan en los aparatos de medición (mca).

htb: Perdids. de carg. en la tub. que va conectada a la bomba (mca).

5.8.5.3.28. CÁLCULO DE LA PRESIÓN TOTAL REQUERIDA POR TODO EL SISTEMA DE RIEGO

Para realizar este cálculo debemos disponer del valor de la presión requerida en la tubería principal, las disminuciones de carga en el cabezal de irrigación y la altura de succión de la bomba.

Formula:

$$PT = POP + hcr + As$$

Donde:

PT: Pres. tot. requer. Por todo el sistema. de rieg. (mca)

POP: Pres. requer. en el orign. de la tub. princip. (mca)

hcr: Perdids. de carg. en el cabez. de rieg. (mca)

As: Alt. de succ. (m)

5.8.5.3.29. CÁLCULO DE LA POTENCIA DE LA BOMBA

Para realizar este cálculo debemos disponer del valor de la presión total requerida por el sistema de irrigación y el gasto necesario por turno.

Formula:

$$\text{Potencia} = \frac{Q \times P}{\text{Eficiencia} \times 0.745}$$

Donde:

Potencia: Potenc. de la bomba (HP)

Q: Caud. requer. por turn. (Lit/s)

P: Pres. requer. por el sist. de rieg. (mca)

Eficiencia: Eficienc. de la bomb. (%)

5.8.5.4. ELABORAR UN GRÁFICO DE BARRAS PARA COMPARAR EL USO DEL AGUA EN EL RIEGO TRADICIONAL APLICADO AL CULTIVO Y EL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO DISEÑADO

Se realizo un gráfico de barras en el programa Microsoft Excel para comparar el uso del recurso hídrico en el método de irrigación que fue aplicado anteriormente al suelo y el del sistema de riego por goteo diseñado.

CAPITULO III

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. RESULTADOS

6.1.1. BALANCE HÍDRICO DEL CULTIVO

6.1.1.1. BALANCE HÍDRICO DEL CULTIVO PARA EL SECTOR 01 DEL

ÁREA DE ESTUDIO

Fase Vegetativa	N° de meses	Kc	Eto (mm /dia) (PD)	Etc (mm /dia) (PD)	Profundidad de raíces Efect. (cm)	Prof. De raíces Efect. Total (cm)	Profundidad de raíces (cm)	θCC (Vol %)	θPM P (Vol %)	U mb ral (50 %)	Lam. Agua . Apro v. (cm)	Lamina de agua ha aplicar (mm)	Efici encia de riego (%)	Lamina brut a de agua ha aplicar (mm)	Lamina brut a de agua total ha aplicar (mm)
Inicio - Desarrollo	1	0.65	3.42	2.2	15	15	15	24.4	10.0	0.5	1.1	10.8	95	11.4	11.4
Desarrollo	2	0.65	2.96	1.9	25	40	25	24.4	10.0	0.5	1.4	13.6	95	14.3	25.7
Desarrollo	3	0.65	2.95	1.9	25	40	25	24.4	10.0	0.5	1.4	13.6	95	14.3	25.7
Desarrollo	4	0.64	3.01	1.9	25	40	25	24.4	10.0	0.5	1.4	13.6	95	14.3	25.7
Desarrollo	5	0.64	3.08	2.0	25	40	25	24.4	10.0	0.5	1.4	13.6	95	14.3	25.7
Desarrollo	6	0.64	3.18	2.0	25	40	25	24.4	10.0	0.5	1.4	13.6	95	14.3	25.7
Desarrollo	7	0.63	3.43	2.2	25	40	25	24.4	10.0	0.5	1.4	13.6	95	14.3	25.7
Desarrollo	8	0.63	3.78	2.4	25	40	25	24.4	10.0	0.5	1.4	13.6	95	14.3	25.7
Desarrollo	9	0.63	3.78	2.4	25	40	25	24.4	10.0	0.5	1.4	13.6	95	14.3	25.7
Desarrollo	10	0.63	3.87	2.4	27	40	27	47.2	27.4	0.5	0.6	5.9	95	6.2	31.9
Desarrollo	11	0.62	3.87	2.4	27	40	27	47.2	27.4	0.5	0.6	5.9	95	6.2	31.9
Desarrollo	12	0.62	3.86	2.4	27	40	27	47.2	27.4	0.5	0.6	5.9	95	6.2	31.9
Desarrolllo - Media	13	0.62	3.42	2.1	27	40	27	47.2	27.4	0.5	0.6	5.9	95	6.2	31.9
Media	14	0.60	2.96	1.8	30	70	30	47.2	27.4	0.5	1.4	13.8	95	14.6	46.5
Media	15	0.60	2.95	1.8	30	70	30	47.2	27.4	0.5	1.4	13.8	95	14.6	46.5
Media	16	0.60	3.01	1.8	30	70	30	47.2	27.4	0.5	1.4	13.8	95	14.6	46.5
Media	17	0.60	3.08	1.8	30	70	30	47.2	27.4	0.5	1.4	13.8	95	14.6	46.5
Media	18	0.60	3.18	1.9	30	70	30	47.2	27.4	0.5	1.4	13.8	95	14.6	46.5
Media	19	0.60	3.43	2.1	30	70	30	47.2	27.4	0.5	1.4	13.8	95	14.6	46.5
Media	20	0.60	3.78	2.3	30	70	30	47.2	27.4	0.5	1.4	13.8	95	14.6	46.5
Media	21	0.60	3.78	2.3	30	70	30	47.2	27.4	0.5	1.4	13.8	95	14.6	46.5
Media	22	0.60	3.87	2.3	30	70	30	47.2	27.4	0.5	1.4	13.8	95	14.6	46.5
Media	23	0.60	3.87	2.3	30	70	30	47.2	27.4	0.5	1.4	13.8	95	14.6	46.5
Media	24	0.60	3.86	2.3	30	70	30	47.2	27.4	0.5	1.4	13.8	95	14.6	46.5

Media	25	0.60	3.42	2.1	30	70	30	47.2	27.4	0.5	1.4	13.8	95	14.6	46.5
Media	26	0.60	2.96	1.8	30	70	30	47.2	27.4	0.5	1.4	13.8	95	14.6	46.5
Media	27	0.60	2.95	1.8	30	70	30	47.2	27.4	0.5	1.4	13.8	95	14.6	46.5
Media	28	0.60	2.95	1.8	30	70	30	47.2	27.4	0.5	1.4	13.8	95	14.6	46.5
Media	29	0.60	3.01	1.8	30	70	30	47.2	27.4	0.5	1.4	13.8	95	14.6	46.5
Media	30	0.60	3.08	1.8	30	70	30	47.2	27.4	0.5	1.4	13.8	95	14.6	46.5
Media	31	0.60	3.18	1.9	30	70	30	47.2	27.4	0.5	1.4	13.8	95	14.6	46.5
Media	32	0.60	3.43	2.1	30	70	30	47.2	27.4	0.5	1.4	13.8	95	14.6	46.5
Media	33	0.60	3.78	2.3	30	70	30	47.2	27.4	0.5	1.4	13.8	95	14.6	46.5
Media	34	0.60	3.78	2.3	30	70	30	47.2	27.4	0.5	1.4	13.8	95	14.6	46.5
Media	35	0.60	3.87	2.3	30	70	30	47.2	27.4	0.5	1.4	13.8	95	14.6	46.5
Media	36	0.60	3.87	2.3	30	70	30	47.2	27.4	0.5	1.4	13.8	95	14.6	46.5
Media	37	0.60	3.86	2.3	30	70	30	47.2	27.4	0.5	1.4	13.8	95	14.6	46.5
Media	38	0.60	3.42	2.1	35	70	35	55.2	32.8	0.5	1.8	17.9	95	18.8	65.3
Media	39	0.60	2.96	1.8	35	70	35	55.2	32.8	0.5	1.8	17.9	95	18.8	65.3
Media	40	0.60	2.95	1.8	35	70	35	55.2	32.8	0.5	1.8	17.9	95	18.8	65.3
Media	41	0.60	3.01	1.8	35	70	35	55.2	32.8	0.5	1.8	17.9	95	18.8	65.3
Media	42	0.60	3.08	1.8	35	70	35	55.2	32.8	0.5	1.8	17.9	95	18.8	65.3
Media	43	0.60	3.18	1.9	35	70	35	55.2	32.8	0.5	1.8	17.9	95	18.8	65.3
Media	44	0.60	3.43	2.1	35	70	35	55.2	32.8	0.5	1.8	17.9	95	18.8	65.3
Media	45	0.60	3.78	2.3	35	70	35	55.2	32.8	0.5	1.8	17.9	95	18.8	65.3
Media	46	0.60	3.78	2.3	35	70	35	55.2	32.8	0.5	1.8	17.9	95	18.8	65.3
Media	47	0.60	3.87	2.3	35	70	35	55.2	32.8	0.5	1.8	17.9	95	18.8	65.3
Media	48	0.60	3.87	2.3	35	70	35	55.2	32.8	0.5	1.8	17.9	95	18.8	65.3
Media	49	0.60	3.86	2.3	35	70	35	55.2	32.8	0.5	1.8	17.9	95	18.8	65.3

6.1.1.2. BALANCE HÍDRICO DEL CULTIVO PARA EL SECTOR 02 DEL ÁREA DE ESTUDIO

Fase Vegetativa	N° de meses	Kc	Eto (mm /dia) (PD)	Etc (mm /dia) (PD)	Profundidad de raíces Efect. (cm)	Prof. De raíces Efect. Total (cm)	Profundidad de raíces (cm)	ØCC (Vol %)	ØPM P (Vol %)	U mb ral (50 %)	La m. Agua. Apro v. (c m)	Lami na de agua ha aplic ar (mm)	Efi cie ncia de rie go (%)	Lami na brut a de agua ha aplic ar (mm)	Lami na brut a de agua total ha aplic ar (mm)
Inicio - Desarrollo	1	0.65	3.42	2.2	10	15	10	57.9	35.4	0.5	1.7	16.9	95	17.8	17.8
Desarrollo	2	0.65	2.96	1.9	15	40	15	57.9	35.4	0.5	1.7	16.9	95	17.8	35.6
Desarrollo	3	0.65	2.95	1.9	15	40	15	57.9	35.4	0.5	1.7	16.9	95	17.8	35.6
Desarrollo	4	0.64	3.01	1.9	15	40	15	57.9	35.4	0.5	1.7	16.9	95	17.8	35.6
Desarrollo	5	0.64	3.08	2.0	15	40	15	57.9	35.4	0.5	1.7	16.9	95	17.8	35.6

Desarrollo	6	0.64	3.18	2.0	15	40	15	57.9	35.4	0.5	1.7	16.9	95	17.8	35.6
Desarrollo	7	0.63	3.43	2.2	15	40	15	57.9	35.4	0.5	1.7	16.9	95	17.8	35.6
Desarrollo	8	0.63	3.78	2.4	15	40	15	57.9	35.4	0.5	1.7	16.9	95	17.8	35.6
Desarrollo	9	0.63	3.78	2.4	10	40	10	54.9	33.1	0.5	1.1	10.9	95	11.5	47.1
Desarrollo	10	0.63	3.87	2.4	10	40	10	54.9	33.1	0.5	1.1	10.9	95	11.5	47.1
Desarrollo	11	0.62	3.87	2.4	10	40	10	54.9	33.1	0.5	1.1	10.9	95	11.5	47.1
Desarrollo	12	0.62	3.86	2.4	10	40	10	54.9	33.1	0.5	1.1	10.9	95	11.5	47.1
Desarrollo - Media	13	0.62	3.42	2.1	10	40	10	54.9	33.1	0.5	1.1	10.9	95	11.5	58.5
Media	14	0.60	2.96	1.8	10	70	10	54.9	33.1	0.5	1.1	10.9	95	11.5	58.5
Media	15	0.60	2.95	1.8	10	70	10	54.9	33.1	0.5	1.1	10.9	95	11.5	58.5
Media	16	0.60	3.01	1.8	10	70	10	54.9	33.1	0.5	1.1	10.9	95	11.5	58.5
Media	17	0.60	3.08	1.8	10	70	10	54.9	33.1	0.5	1.1	10.9	95	11.5	58.5
Media	18	0.60	3.18	1.9	10	70	10	54.9	33.1	0.5	1.1	10.9	95	11.5	58.5
Media	19	0.60	3.43	2.1	10	70	10	54.9	33.1	0.5	1.1	10.9	95	11.5	58.5
Media	20	0.60	3.78	2.3	10	70	10	54.9	33.1	0.5	1.1	10.9	95	11.5	58.5
Media	21	0.60	3.78	2.3	10	70	10	54.9	33.1	0.5	1.1	10.9	95	11.5	58.5
Media	22	0.60	3.87	2.3	10	70	10	54.9	33.1	0.5	1.1	10.9	95	11.5	58.5
Media	23	0.60	3.87	2.3	10	70	10	54.9	33.1	0.5	1.1	10.9	95	11.5	58.5
Media	24	0.60	3.86	2.3	10	70	10	54.9	33.1	0.5	1.1	10.9	95	11.5	58.5
Media	25	0.60	3.42	2.1	10	70	10	54.9	33.1	0.5	1.1	10.9	95	11.5	58.5
Media	26	0.60	2.96	1.8	20	70	20	74.3	47.5	0.5	2.7	26.8	95	28.2	86.8
Media	27	0.60	2.95	1.8	20	70	20	74.3	47.5	0.5	2.7	26.8	95	28.2	86.8
Media	28	0.60	2.95	1.8	20	70	20	74.3	47.5	0.5	2.7	26.8	95	28.2	86.8
Media	29	0.60	3.01	1.8	20	70	20	74.3	47.5	0.5	2.7	26.8	95	28.2	86.8
Media	30	0.60	3.08	1.8	20	70	20	74.3	47.5	0.5	2.7	26.8	95	28.2	86.8
Media	31	0.60	3.18	1.9	20	70	20	74.3	47.5	0.5	2.7	26.8	95	28.2	86.8
Media	32	0.60	3.43	2.1	20	70	20	74.3	47.5	0.5	2.7	26.8	95	28.2	86.8
Media	33	0.60	3.78	2.3	20	70	20	74.3	47.5	0.5	2.7	26.8	95	28.2	86.8
Media	34	0.60	3.78	2.3	20	70	20	74.3	47.5	0.5	2.7	26.8	95	28.2	86.8
Media	35	0.60	3.87	2.3	20	70	20	74.3	47.5	0.5	2.7	26.8	95	28.2	86.8
Media	36	0.60	3.87	2.3	20	70	20	74.3	47.5	0.5	2.7	26.8	95	28.2	86.8
Media	37	0.60	3.86	2.3	20	70	20	74.3	47.5	0.5	2.7	26.8	95	28.2	86.8
Media	38	0.60	3.42	2.1	20	70	20	74.3	47.5	0.5	2.7	26.8	95	28.2	86.8
Media	39	0.60	2.96	1.8	20	70	20	74.3	47.5	0.5	2.7	26.8	95	28.2	86.8
Media	40	0.60	2.95	1.8	20	70	20	74.3	47.5	0.5	2.7	26.8	95	28.2	86.8
Media	41	0.60	3.01	1.8	20	70	20	74.3	47.5	0.5	2.7	26.8	95	28.2	86.8
Media	42	0.60	3.08	1.8	20	70	20	74.3	47.5	0.5	2.7	26.8	95	28.2	86.8
Media	43	0.60	3.18	1.9	20	70	20	74.3	47.5	0.5	2.7	26.8	95	28.2	86.8
Media	44	0.60	3.43	2.1	20	70	20	74.3	47.5	0.5	2.7	26.8	95	28.2	86.8
Media	45	0.60	3.78	2.3	20	70	20	74.3	47.5	0.5	2.7	26.8	95	28.2	86.8
Media	46	0.60	3.78	2.3	20	70	20	74.3	47.5	0.5	2.7	26.8	95	28.2	86.8
Media	47	0.60	3.87	2.3	20	70	20	74.3	47.5	0.5	2.7	26.8	95	28.2	86.8
Media	48	0.60	3.87	2.3	20	70	20	74.3	47.5	0.5	2.7	26.8	95	28.2	86.8
Media	49	0.60	3.86	2.3	20	70	20	74.3	47.5	0.5	2.7	26.8	95	28.2	86.8

6.1.2. DISEÑO AGRONÓMICO DEL CULTIVO

- EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO

Fase Vegetativa	N° de mes	Kc	Eto (mm/dia) (PD)	Etc (mm/dia) (PD)
Inicio - Desarrollo	1	0.65	3.42	2.2
Desarrollo	2	0.65	2.96	1.9
Desarrollo	3	0.65	2.95	1.9
Desarrollo	4	0.64	3.01	1.9
Desarrollo	5	0.64	3.08	2.0
Desarrollo	6	0.64	3.18	2.0
Desarrollo	7	0.63	3.43	2.2
Desarrollo	8	0.63	3.78	2.4
Desarrollo	9	0.63	3.78	2.4
Desarrollo	10	0.63	3.87	2.4
Desarrollo	11	0.62	3.87	2.4
Desarrollo	12	0.62	3.86	2.4
Desarrollo - Media	13	0.62	3.42	2.1
Media	14	0.60	2.96	1.8
Media	15	0.60	2.95	1.8
Media	16	0.60	3.01	1.8
Media	17	0.60	3.08	1.8
Media	18	0.60	3.18	1.9
Media	19	0.60	3.43	2.1
Media	20	0.60	3.78	2.3
Media	21	0.60	3.78	2.3
Media	22	0.60	3.87	2.3
Media	23	0.60	3.87	2.3
Media	24	0.60	3.86	2.3
Media	25	0.60	3.42	2.1
Media	26	0.60	2.96	1.8
Media	27	0.60	2.95	1.8
Media	28	0.60	2.95	1.8
Media	29	0.60	3.01	1.8
Media	30	0.60	3.08	1.8
Media	31	0.60	3.18	1.9

Media	32	0.60	3.43	2.1
Media	33	0.60	3.78	2.3
Media	34	0.60	3.78	2.3
Media	35	0.60	3.87	2.3
Media	36	0.60	3.87	2.3
Media	37	0.60	3.86	2.3
Media	38	0.60	3.42	2.1
Media	39	0.60	2.96	1.8
Media	40	0.60	2.95	1.8
Media	41	0.60	3.01	1.8
Media	42	0.60	3.08	1.8
Media	43	0.60	3.18	1.9
Media	44	0.60	3.43	2.1
Media	45	0.60	3.78	2.3
Media	46	0.60	3.78	2.3
Media	47	0.60	3.87	2.3
Media	48	0.60	3.87	2.3
Media	49	0.60	3.86	2.3

LAMINA DE AGUA APROVECHABLE

Datos	Area total					
	Area 01			Area 02		
	Perfil Estatigrafico			Perfil Estatigrafico		
	Estrato 01	Estrato 02	Estrato 03	Estrato 01	Estrato 02	Estrato 03
ΘCC (Vol %)	24.4	47.2	55.2	57.9	54.9	74.3
ΘPMP (Vol %)	10.0	27.4	32.8	35.4	33.1	47.5
Profundidad (cm)	34	20	26	30	20	30
Lamina de agua aprovechable (cm)	4.9	4.0	5.8	6.8	4.4	8.0

DIAMETRO DE BULBO HUMEDECIDO

Datos	Area total	
	Area 01	Area 02
Caudal del emisor (Lit/h)	20	20
Infiltración Básica (mm/h)	106.1	68.3
Diametro del bulbo humedecido (m)	0.5	0.6
Area regada (m2)	0.19	0.29

PORCENTAJE DE AREA BAJO RIEGO

Datos	Area total	
	Sector 01	Sector 02
Largo (m)	41	117
Ancho (m)	91	91
Area (m2)	3731	10647
Diametro del bulbo humedecido (m)	0.5	0.6
Radio de bulbo humedecido (m)	0.3	0.3
Distancia entre emisores (m)	5	5
Distancia entre laterales (m)	7	7
Porcentaje de area bajo riego (%)	0.56	0.81

PRECIPITACIÓN HORARIA DEL SISTEMA

Datos	Area total	
	Sector 01	Sector 02
Largo (m)	41	117
Ancho (m)	91	91
Area (m2)	3731	10647
Distancia entre hileras (m)	7	7
Distancia entre plantas (m)	5	5
Numero de Hileras (N°)	6	17
Numero de emisores x Hilera (N°)	18	18
Numero total de emisores (N°)	107	304
Numero total de emisores x Area total (N°)	411	
Caudal del emisor (Lit/h)	20	20
Porcentaje de area bajo riego (%)	0.4	0.2
Precipitacion Horaria del sistema (mm/h)	8.8	12.2

LAMINA DE RIEGO

Datos	Area total	
	Area 01	Area 02
Intervalo de riego (días)*	5	8
Evapotranspiración del cultivo (mm/día)*	2.2	2.2
Lamina de riego (mm)	11.4	17.8

LAMINA BRUTA

Datos	Area total	
	Sector 01	Sector 02
Lamina de riego Total (mm)	2481	3128
Eficiencia de riego (%)	95	95
Lamina Bruta Total (mm)	2612	3293
Area (m2)*	3731	10647
Volumen de agua ha aplicar (Lit)	9743818	35060324
Volumen de agua ha aplicar (m3)	9744	35060

VOLUMEN DE RIEGO BRUTO

Datos	Area total	
	Sector 01	Sector 02
Lamina bruta (mm)	2612	3293
Porcentaje de área bajo riego	0.1	0.1
Volumen de riego bruta (m3/ha)	1.4	2.8

6.1.3. DISEÑO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE RIEGO

CAUDAL TOTAL DEL LATERAL

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Ancho Total (m)	91	91
División por Tub Principal (/)	2	2
Márgenes (m)*	1.5	1.5
Ancho de lateral (m)	44	44
Distancia entre emisores (m)	5	5
Numero de emisores del lateral (N°)	9	9
Caudal medio del emisor (Lit/h)	20	20
Caudal total del lateral (Lit/h)	176	176

DIAMETRO DE TUBERIA DEL LATERAL

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Caudal total del lateral (Lit/h)	176	176
Valor de conversión (Lit/h a m ³ /s)	3600000	3600000
Caudal total del lateral (m ³ /s)	0.000049	0.000049
Velocidad de diseño (m/s)	0.5	0.5
Diámetro de tubería lateral (m)	0.011	0.011
Diámetro de tubería lateral (mm)	11.2	11.2
Diámetro de tubería comercial eleg.	12	12

FACTOR CHRISTIANSEM

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Numero de goteros	9	9
Valor de Blasius (PVC o PE)	1.75	1.75
Factor Christiansem	0.42	0.42

LONGITUD FICTICIA

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Longitud real del lateral (m)	44	44
Numero de emisores del lateral (N°)	9	9
Longitud equivalente del emisor (m)	0.05	0.05
Longitud Ficticia del lateral (m)	44.44	44.44

VARIACIÓN MÁXIMA DE PRESIÓN EN EL LATERAL

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Presión de trabajo del emisor (mca)	10	10
Exponente de descarga del emisor	0.50	0.50
Variación máxima de presión en el lateral (mca)	2.00	2.00

PERDIDA DE CARGA EN EL LATERAL

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Caudal total del lateral (Lit/h)	176	176
Factor Christiansen	0.42	0.42
Longitud Ficticia del lateral (m)	44.44	44.44
Diámetro de Tubería Comercial (mm)	12	12
Perdida de carga en el lateral (mca)	0.59	0.59

PRESIÓN NECESARIA EN EL ORIGEN DEL LATERAL

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Presión media en el lateral (mca)	10	10
Perdida de carga en el lateral (mca)	0.59	0.59
Desnivel geométrico entre los extremos del lateral (mca)	-0.10	-0.10
Presión necesaria en el origen del lateral (mca)	10.38	10.38

CAUDAL TOTAL DE TUB. TERCIARIA

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Largo Total (m)	41	117
Márgenes (m)	0.5	1
Largo Total Real (m)	40.5	116
Distancia entre laterales (m)	7	7
Numero de laterales de tubería terciaria (N°)	6	17
Caudal total del lateral (Lit/h)	176	176
Caudal total de tubería terciaria (Lit/h)	1018	2917

DIAMETRO DE TUBERIA TERCIARIA

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Caudal total de terciaria (Lit/h)	1018	2917
Valor de conversión (Lit/h a m3/s)	3600000	3600000
Caudal total de terciaria (m3/s)	0.000283	0.000810
Velocidad de diseño (m/s)	1	1
Diámetro de tubería terciaria (m)	0.019	0.032
Diámetro de tubería terciaria (mm)	19.0	32.1
Diámetro de tubería comercial eleg. (mm)	20	32

FACTOR CHRISTIANSEM

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Numero de laterales	6	17
Valor de Blasius (PVC o PE)	1.75	1.75
Factor Christiansem	0.45	0.39

LONGITUD FICTICIA

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Longitud real de la tubería terciaria (m)	41	116
Numero de laterales de la tubería terciaria (N°)	6	17
Longitud equivalente del lateral (m)	0.15	0.15
Longitud Ficticia de la tubería terciaria (m)	41.37	118.49

VARIACIÓN MÁXIMA DE PRESIÓN EN LA TUBERIA TERCIARIA

Datos	Area total	
	Sector 01	Sector 02
Exponente de descarga del emisor	0.50	0.50
Presión de trabajo del emisor (mca)	10	10
Perdida de carga real en el lateral (mca)	0.59	0.59
Perdidas de carga admisibles en la terciaria (mca)	2	2

PERDIDA DE CARGA EN TUBERIA TERCIARIA

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Caudal total de Tub. Terciaria (Lit/h)	1018	2917
Factor Christiansen	0.45	0.39
Longitud Ficticia de la Tub. Terciaria (m)	41.37	118.49
Diámetro de Tubería Comercial (mm)	20	32
Perdida de carga en la tubería terciaria (mca)	1.12	1.90

PRESIÓN NECESARIA EN EL ORIGEN DE LA TUBERÍA TERCIARIA

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Presión necesaria en el origen del lateral (mca)	10	10
Perdida de carga en la tubería terciaria (mca)	1.12	1.90
Desnivel geométrico entre los extremos de la tubería terciaria (mca)	0.30	0.50
Presión necesaria en el origen de la tubería terciaria (mca)	11.45	12.12

CAUDAL TOTAL DE TUBERIA SECUNDARIA

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Caudal total de tubería terciaria (Lit/h)	1018	2917
Caudal total de tubería secundaria (Lit/h)	1018	2917

DIAMETRO DE LA TUBERIA SECUNDARIA

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Caudal total de la tub. Secundaria (Lit/h)	1018	2917
Valor de conversión (Lit/h a m3/s)	3600000	3600000
Caudal total de la tub. Secundaria (m3/s)	0.000283	0.000810
Velocidad de diseño (m/s)	1	1
Diámetro de la tubería secundaria (m)	0.019	0.032
Diámetro de tubería secundaria (mm)	19.0	32.1
Diámetro de tubería comercial eleg. (mm)	20	32

PERDIDA DE CARGA EN LA TUBERIA SECUNDARIA

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Caudal total de Tub. Secundaria (Lit/h)	1018	2917
Ancho del terreno (m)	91	91
Numero de cuadrantes (N°)	2	2
Márgenes (m)	0.5	0.5
Ancho de tubería (m)	0.15	0.15
Longitud de la tubería secundaria (m)	44.85	44.85
Diámetro de Tubería Comercial (mm)	20	32
Perdida de carga en la tubería secundaria (mca)	2.70	1.83

PERDIDAS DE CARGA POR ACCESORIOS

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Coef. de perdidas singulares (Llaves de mariposa)	0.05	0.05
Coef. de perdidas singulares (Codos 90°)	0.75	0.75
Velocidad de entrada a la singularidad (m/s)	1	1
Gravedad (m/s ²)	9.8	9.8
Perdidas de carga por accesorios (mca)	0.04	0.04

PERDIDAS DE CARGA TOTAL EN LA TUBERIA SECUNDARIA

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Perdida de carga en tubería secundaria (mca)	2.70	1.83
Perdida de carga por accesorios (mca)	0.04	0.04
Perdidas de carga total en la tubería secundaria (mca)	2.74	1.87

PRESIÓN NECESARIA EN EL ORIGEN DE LA TUBERÍA SECUNDARIA

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Presión necesaria en el origen de la tubería terciaria (mca)	11.45	12.12
Perdida de carga total en la tubería secundaria (mca)	2.74	1.87
Desnivel geométrico entre los extremos de la tubería secundaria (mca)	-0.10	-0.10
Presión necesaria en el origen de la tubería secundaria (mca)	13.40	13.43

CAUDAL TOTAL DE LA TUBERIA PRINCIPAL

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Caudal total de la tubería secundaria (Lit/h)	1018	2917
Numero de tuberías secundarias (N°)	2	2
Caudal de la tubería principal (Lit/h)	2037	5833
Caudal total de la tubería principal (Lit/h)	7870	

DIAMETRO DE LA TUBERIA PRINCIPAL

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Caudal total de la tub. Principal (Lit/h)	7870	
Valor de conversión (Lit/h a m3/s)	3600000	
Caudal total de la tub. Principal (m3/s)	0.002186	
Velocidad de diseño (m/s)	2	
Diámetro de la tubería principal (m)	0.037	
Diámetro de la tubería principal (mm)	37.3	
Diámetro de la tubería comercial eleg. (mm)	40	

FACTOR CHRISTIANSEM

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Numero de tuberías secundarias	4	
Valor de Blasius (PVC o PE)	1.75	
Factor Christiansem	0.49	

LONGITUD FICTICIA - TUB. PRINCIPAL

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Longitud real de la tubería principal (m)	162	
Numero de tubería secundarias derivadoras (N°)	4	
Longitud equivalente de la tubería secundaria (m)	0.3	
Longitud Ficticia de la tubería principal (m)	163.2	

PERDIDA DE CARGA EN LA TUBERIA PRINCIPAL – T1

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Caudal total de la tubería principal (Lit/h)	7870	
Factor Christiansen	0.49	
Longitud Ficticia de la tubería principal (m)	163.2	
Diámetro de Tubería Comercial (mm)	40	
Perdida de carga en la tubería principal (mca)	6.43	

PERDIDAS DE CARGA POR ACCESORIOS - TUB. PRINCIPAL T1

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Coef. de pérdidas singulares (Llaves de mariposa)	0.05	
Velocidad de entrada a la singularidad (m/s)	2	
Gravedad (m/s ²)	9.8	
Pérdidas de carga por accesorios - TP T1 (mca)	0.01	

PERDIDAS DE CARGA TOTAL EN LA TUBERIA PRINCIPAL T1

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Pérdidas de carga en la tubería principal - T1 (mca)	6.43	
Pérdida de carga por accesorios - TP T1 (mca)	0.01	
Pérdidas de carga total en la tubería principal T1 (mca)	6.44	

PERDIDA DE CARGA EN LA TUBERIA PRINCIPAL – TRAMO 2

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Caudal total de la tubería principal - T2 (Lit/h)	7870	
Longitud real de la tubería principal - T2 (m)	13	
Diámetro de Tubería Comercial (mm)	40	
Perdida de carga en la tubería principal - T2 (mca)	1.04	

PERDIDAS DE CARGA POR ACCESORIOS - TUB. PRINCIPAL T2

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Coef. de perdidas singulares (Codos 90°)	0.75	
Velocidad de entrada a la singularidad (m/s)	2	
Gravedad (m/s ²)	9.8	
Perdidas de carga por accesorios - TP (mca)	0.15	

PERDIDAS DE CARGA TOTAL EN LA TUBERIA PRINCIPAL T2

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Perdidas de carga en la tubería principal - T2 (mca)	1.04	
Perdida de carga por accesorios - TP T2 (mca)	0.15	
Perdidas de carga total en la tubería principal T2 (mca)	1.19	

PERDIDAS DE CARGA TOTAL EN LA TUBERIA PRINCIPAL

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Perdidas de carga total en la tubería principal T1 (mca)	6.44	
Perdidas de carga total en la tubería principal T2 (mca)	1.19	
Perdidas de carga total en la tubería principal (mca)	7.64	

PRESIÓN NECESARIA EN EL ORIGEN DE LA TUBERÍA PRINCIPAL - T1

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Presión necesaria en el origen de la tubería secundaria (mca)	13.40	13.43
Numero de tuberías secundarias (N°)	2	2
Presión necesaria total de las tuberías secundarias (mca)	54	
Perdida de carga en la tubería principal T1 (mca)	6.44	
Desnivel geométrico entre los extremos de la tubería principal T1 (mca)	0.50	
Presión necesaria en el origen de la tubería principal T1 (mca)	58.62	

**PRESIÓN NECESARIA EN EL ORIGEN DE LA TUBERÍA PRINCIPAL - GENERAL
(T1 - T2)**

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Presión necesaria en el origen de la tubería principal - T1 (mca)	58.62	
Perdida de carga total en la tubería principal T2 (mca)	1.19	
Desnivel geométrico entre los extremos de la tubería principal T2 (mca)	0.10	
Presión necesaria en el origen de la tubería principal general (mca)	59.54	

PERDIDAS DE CARGA EN EL CABEZAL DE RIEGO

Componentes de un Cabezal de Riego	Perdidas de Carga (mca)
Bomba	-
Llave Mariposa 01	0.01
Válvula Volumétrica	0.50
Válvula Antirretroceso	0.05
Válvula Inversora	0.50
Filtro de sílex	5.00
Manómetro 01	-
Manómetro 02	-
Llave Mariposa 02	0.01
Mezclador de abonos	5.00
Filtro de malla	3.00
Llave Mariposa 03	0.01
Manómetro 03	-
Regulador de presión	0.50
Total (mca)	14.58

PERDIDA DE CARGA EN LA TUBERIA DEL CABEZAL DE RIEGO

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Caudal total de la tubería del cabezal de riego (Lit/h)	7870	
Longitud real de la tubería del cabezal de riego (m)	11.8	
Diámetro de Tubería Comercial (mm)	40	
Perdida de carga en la tubería del cabezal de riego (mca)	0.95	

PERDIDAS DE CARGA POR ACCESORIOS EN LA TUBERIA DEL CABEZAL DE RIEGO

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Coef. de perdidas singulares (Codós 90°)	0.75	
Velocidad de entrada a la singularidad (m/s)	2	
Gravedad (m/s ²)	9.8	
Perdidas de carga por accesorios - TCR (mca)	0.15	

PERDIDAS DE CARGA TOTAL EN LA TUBERIA DEL CABEZAL DE RIEGO

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Perdidas de carga en la tubería del cabezal de riego (mca)	0.95	
Perdida de carga por accesorios - TCR (mca)	0.15	
Perdidas de carga total en la tubería del cabezal de riego (mca)	1.10	

PERDIDA DE CARGA EN LA TUBERIA DE SUCCIÓN

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Caudal total de la tubería de succión (Lit/h)	7870	
Longitud real de la tubería de succión (m)	29.4	
Diámetro de Tubería Comercial (mm)	40	
Perdida de carga en la tubería de succión (mca)	2.35	

PRESIÓN NECESARIA PARA LA TUBERIA DE SUCCIÓN

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Perdida de carga total en la tubería de succión (mca)	2.35	
Desnivel geométrico entre los extremos de la tubería de succión (mca)	0.10	
Presión necesaria para la tubería de succión (mca)	1.77	

ALTURA DE SUCCIÓN

Datos	área total	
	Sector 01	Sector 02
Altura de succión (m)	3.00	
Altura de succión (m)	3.00	

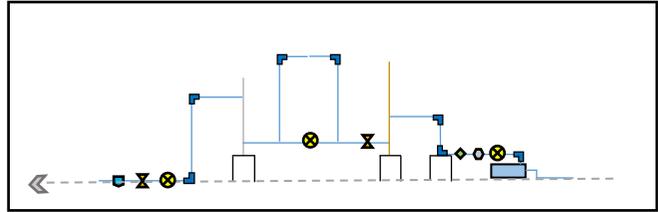
PRESIÓN TOTAL REQUERIDA POR TODO EL SISTEMA DE RIEGO

Datos	Presión (mca)
Origen de la tubería principal general	59.54
Componentes del cabezal de riego	14.58
Tubería del cabezal de riego	1.10
Tubería de succión	1.77
Altura de succión	3.00
Total (mca)	80.0

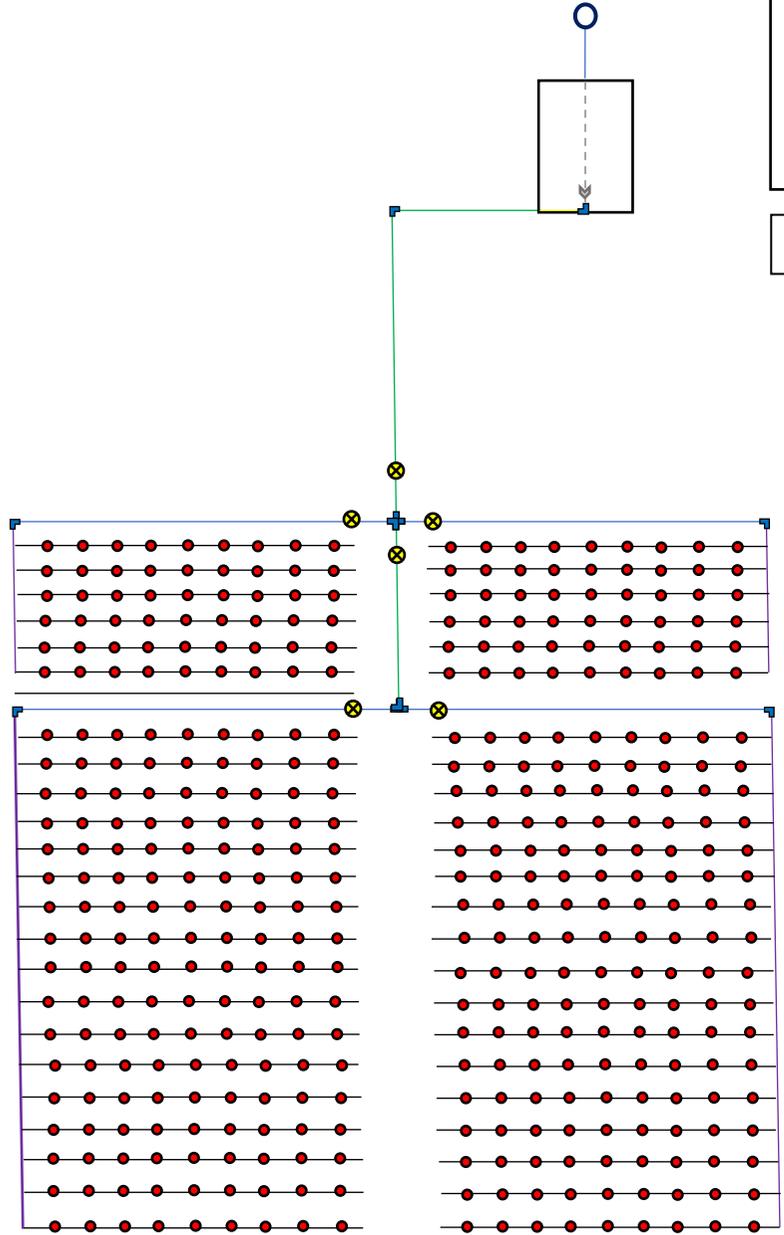
POTENCIA DE LA BOMBA

Datos	área total
Caudal requerido por turno (Lit/h)	7870
Valor de conversión (Lit/h a m3/s)	3600000
Caudal requerido por turno (m3/s)	0.002
Presión requerida por el sistema de riego (mca)	79.99
Peso específico del agua (Kg/m3)	1000
Eficiencia de la bomba (%)	70.00
Potencia de la bomba (HP)	3.3

PLANO DEL SISTEMA DE RIEGO



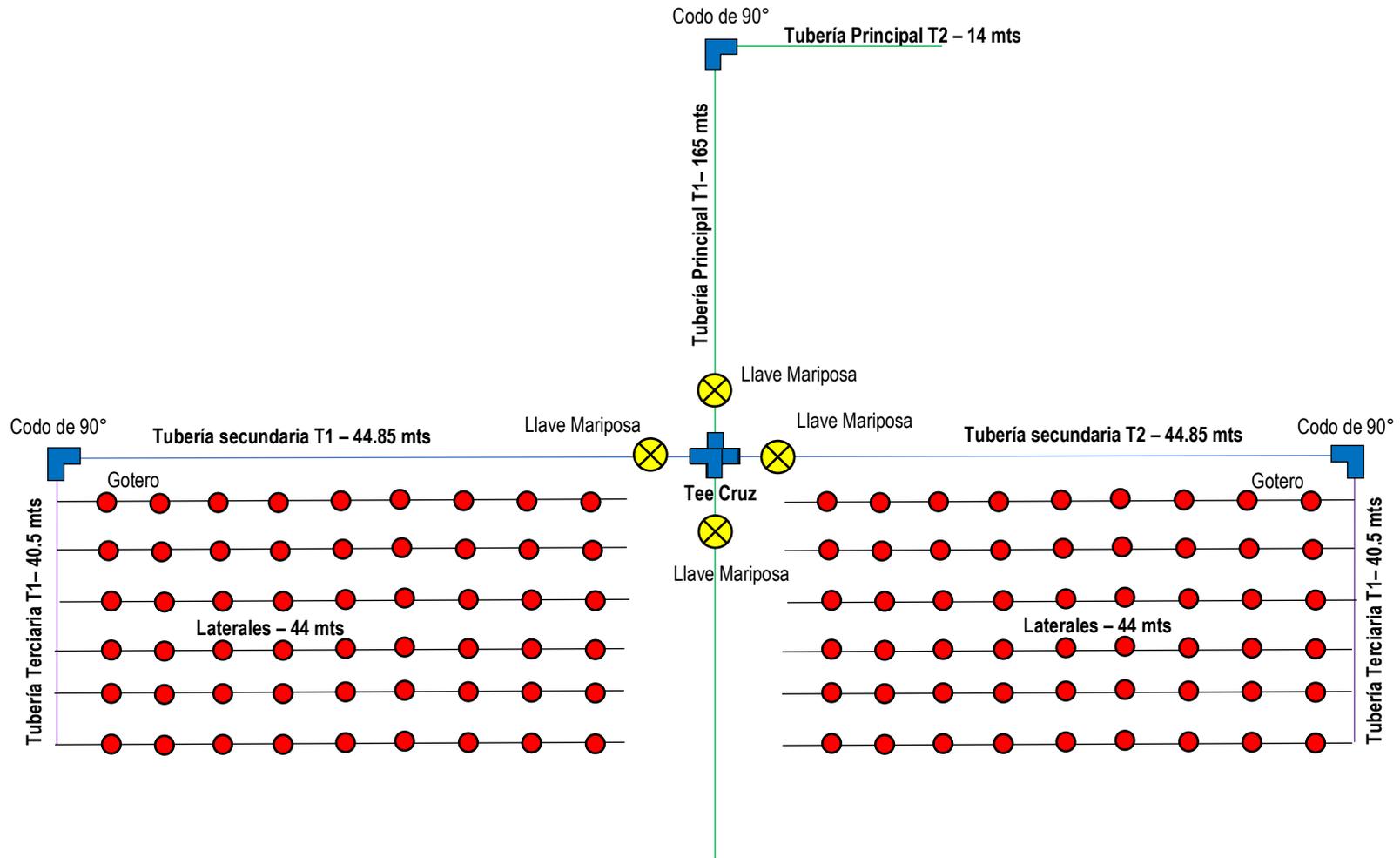
SECCIÓN LONGITUDINAL – CABEZAL DE RIEGO

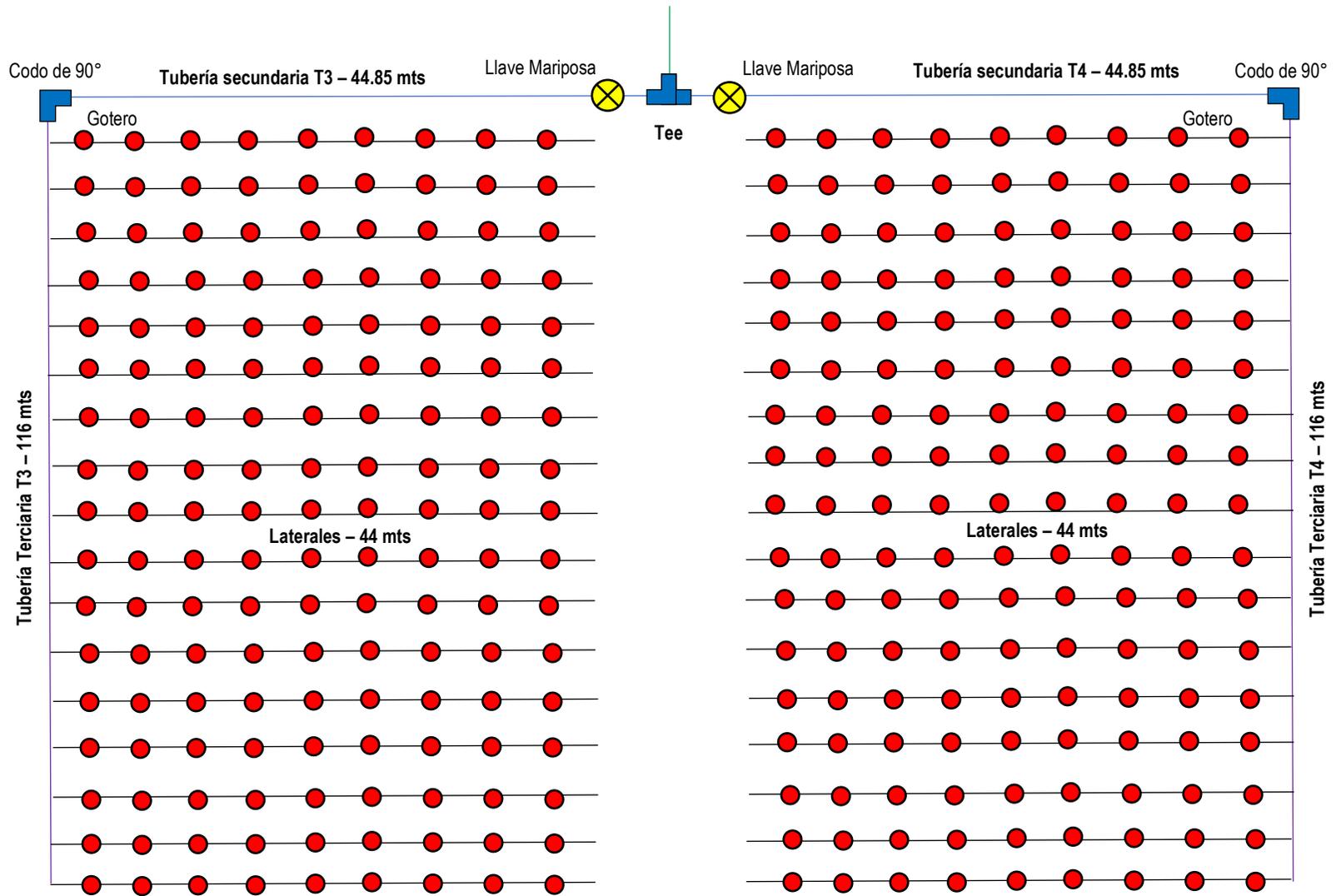


SECCIÓN PLANTA – SISTEMA DE RIEGO

LEYENDA	
Elemento	Nombre
•	Gotero
—	Tubería Lateral
—	Tubería Terciaria
└	Codo de 90°
—	Tubería Secundaria
⊗	Llave Mariposa
└	Tee
—	Tubería Principal
+	Tee Cruz
—	Tubería Anclaje
▢	Regulador de presión
⊗	Manómetro

LEYENDA	
Elemento	Nombre
—	Tubería del Cabezal de riego
	Filtro de malla
▢	Soporte
	Mezclador de abonos
	Filtro de sílex
◇	Valvula antiretroceso
⬡	Valvula volumetrica
▢	Bomba de agua





DISEÑO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO												
Area de estudio	Sector	Componente	Ubicación		Características Físicas		Especificaciones Técnicas			Parametros Hidraulicos		
			Norte	Este	Tipo	Material de fabricación	Distancia	Longitud (m)	Diametro (mm)	Caudal (Lit/h)	Velocidad (m/s)	Presion (mca)
Parcela Agricola	01	Gotero	9611599	577267	Vortex	PE	cada 5 mts	-	-	20	-	10
		Tuberia Lateral	9611599	577264	-	PE	cada 7 mts	44	12	176	0.5	10.38
		Tuberia Terciaria	9611601	577264	-	PE	cada 91 mts	40.5	20	1018	1	11.45
		Tuberia Secundaria	9611611	577302	-	PE	cada 45 mts	44.85	20	1018	1	13.4
		Tuberia Principal	9611729	577282	-	PE	-	179	40	7870	2	59.54

DISEÑO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO												
Area de estudio	Sector	Componente	Ubicación		Características Físicas		Especificaciones Técnicas			Parametros Hidraulicos		
			Norte	Este	Tipo	Material	Distancia	Longitud (m)	Diametro (mm)	Caudal (Lit/h)	Velocidad (m/s)	Presion (mca)
Parcela Agricola	02	Gotero	9611558	577281	Vortex	PE	cada 5 mts	-	-	20	-	10
		Tuberia Lateral	9611557	577278	-	PE	cada 7 mts	44	12	176	0.5	10.38
		Tuberia Terciaria	9611560	577277	-	PE	cada 91 mts	116	32	2917	1	12.12
		Tuberia Secundaria	9611569	577313	-	PE	-	44.85	32	2917	1	13.43
		Tuberia Principal	9611729	577282	-	PE	-	179	40	7870	2	59.54

DISEÑO AGRONOMICO DEL CULTIVO											
Area de estudio	Sector	Cultivo	Fases Vegetativas	Años	Frecuencia de riego* (Dias)	Lamina de agua ha aplicar* (mm)	Eficiencia de riego (%)	Lamina bruta de agua ha aplicar (mm)	Precipitacion Horaria del sistema (mm/hr)	Tiempo de riego* (Hrs)	Horas de riego maximas al dia (Hrs)
Parcela Agricola	01	Limon	Inicial	0.05	cada 5 dias	11.4	95	12.0	8.8	1.4	10
			Desarrollo	0.9	cada 8 dias	28.8	95	30.3	8.8	3.4	10
			Media	3	cada 18 dias	55.9	95	58.8	8.8	6.7	10
			Final	0.25	cada 36 dias	77.1	95	81.2	8.8	9.2	10

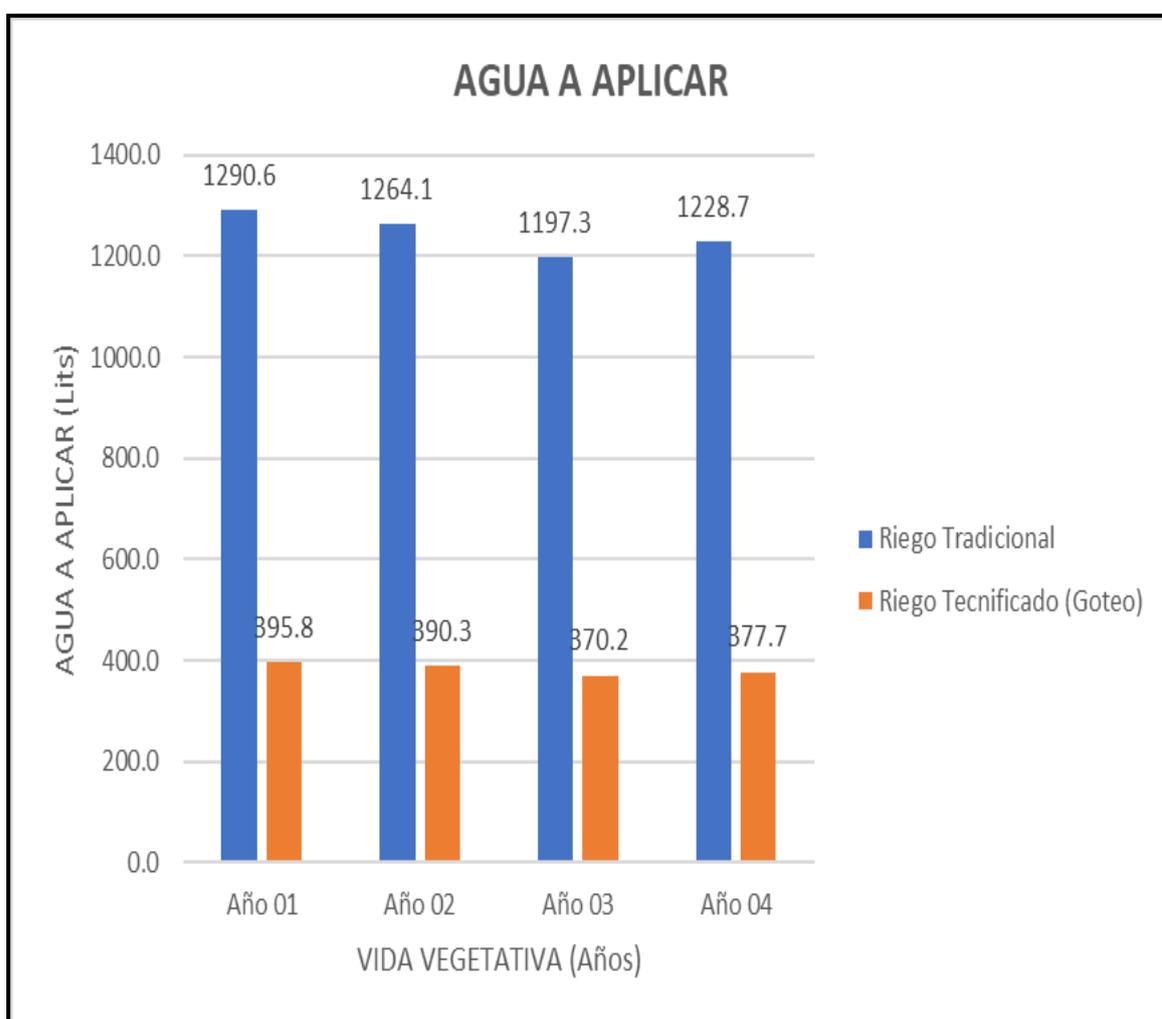
DISEÑO AGRONOMICO DEL CULTIVO											
Area de estudio	Sector	Cultivo	Fases Vegetativas	Años	Frecuencia de riego* (Dias)	Lamina de agua ha aplicar* (mm)	Eficiencia de riego (%)	Lamina bruta de agua ha aplicar (mm)	Precipitacion Horaria del sistema (mm/hr)	Tiempo de riego* (Hrs)	Horas de riego maximas al dia (Hrs)
Parcela Agricola	02	Limon	Inicial	0.05	cada 8 dias	17.8	95	18.7	12.2	1.5	10
			Desarrollo	0.9	cada 15 dias	41.35	95	43.5	12.2	3.6	10
			Media	3	cada 24 dias	72.65	95	76.5	12.2	6.3	10
			Final	0.25	Cada 34 dias	100.9	95	106.2	12.2	8.7	10

*Promedio Anual

6.1.4. GRÁFICO COMPARATIVO

6.1.4.1. AGUA A APLICAR – RIEGO TRADICIONAL/RIEGO TECNIFICADO

Agua a aplicar					
Riego	Años				Total/ Vida Vegetativa (Lits)
	Año 01	Año 02	Año 03	Año 04	
Tradicional -S1 (Lits)	654.1	620.4	583.9	615.3	
Tradicional -S2 (Lits)	636.5	643.7	613.4	613.4	
Total Anual (Lits)	1290.6	1264.1	1197.3	1228.7	4980.7
Tecnificado -S1 (Lits)	158.2	150.1	141.3	148.9	
Tecnificado -S2 (Lits)	237.5	240.2	228.9	228.9	
Total Anual (Lits)	395.8	390.3	370.2	377.7	1533.9



6.2. DISCUSIÓN

- Según, Del Cioppo (2016). En su tesis Valoración del servicio ecosistémico del agua para riego presurizado del cultivo de cacao (*Theobroma Cacao* L.) en la zona regable chongon del trasvase Daule – Santa Elena – Ecuador. [Tesis de postgrado]. Universidad Nacional de Tumbes, Perú. Concluye lo siguiente:
 - El cultivo de cacao, en términos de agua requiere de un promedio de 13800 m³/ha/año, por otro lado, el requerimiento ecosistémico es de 8694 m³/ha/año.

En nuestra investigación, a través del diseño del sistema de riego presurizado (por goteo) se calculó un total de 395.8 litros por el área de estudio, dicha cantidad se deberá aplicar el primer año de iniciada la fase vegetativa del cultivo (Limón).

- Según, Serapio y Alvarado (2016). En su tesis Diseño e instalación de sistemas de riego localizado y aspersión en 15 hectáreas en la finca de la UNA El Plantel, Masaya, 2016. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Agraria, Nicaragua. Concluye lo siguiente:
 - Para los cultivos de Níspero, Mango, Aguacate y Guanábana se estableció el riego por goteo, por otro lado, para la piña y guayaba se implementó las cintas de riego, para la papaya y plátano el sistema de riego por microaspersión y para los cultivos de ajonjolí, Maíz y sorgo el sistema de riego por aspersión.

En nuestra investigación, en base al cultivo de limón se diseñó el sistema de riego por goteo (Diseño agronómico y Diseño hidráulico), esto debido a que es el sistema de riego tecnificado más apropiado para este tipo de cítricos.

- Según, Arias (2019). En su tesis Diseño de un sistema de riego por goteo automatizado, para el cultivo de cacao (*Teobroma Cacao L.*) en el fundo “Cantagallo”, San Martín – Perú. [Tesis de grado]. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. Concluye lo siguiente:
 - El sistema de riego por goteo en función del diseño hidráulico está conformado por una línea matriz (HDPE) de 75 mm de diámetro (clase 10), la misma que distribuirá el agua en los 8 turnos de riego programados, así mismo, la distribución del recurso hídrico será accionada a través de 8 electroválvulas, las cuales se encuentran diseñadas para velocidades menores de 2 metros/segundo.

En nuestra investigación, en base al diseño hidráulico, los componentes del sistema de riego son los siguientes: Laterales de riego de 44 mts, Tuberías Terciarias de 40.5 mts (S1) y 116 mts (S2), Tuberías secundarias de 44.85 mts y una tubería principal de 179 mts.

CAPITULO IV

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

- ✓ El balance hídrico es muy importante para conocer las entradas y salidas de agua al suelo del cultivo, con este cálculo se conocerá cada cuando tiempo se deberá administrar la dosis correcta de agua al suelo para que el cultivo se pueda desarrollar de forma adecuada.
- ✓ El diseño agronómico del cultivo es óptimo, ya que se ha elaborado con información de la data meteorológica de la zona de estudio, se ha extraído muestras de suelo para analizarlas y se ha considerado información teórica del cultivo de fuentes confiables.
- ✓ El diseño hidráulico del sistema de riego es el más adecuado, ya que se ha proyectado con las necesidades hídricas del cultivo en todas sus fases vegetativas y se ha considerado los criterios técnicos necesarios para su elaboración.
- ✓ El diseño del sistema de riego por goteo es el más apropiado para implementarlo en la zona de estudio, ya que de acuerdo a los cálculos realizados durante los primeros 4 años de la fase vegetativa del cultivo se deberá de aplicar un total de 1534 Litros de agua en comparación al riego tradicional, que se deberá de administrar un total de 4981 litros.

7.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar un correcto análisis de las entradas y salidas de agua en el suelo del cultivo para elaborar un adecuado balance hídrico, ya que esto nos servirá para calcular la frecuencia de riego.
- ✓ Utilizar el programa Cropwat 8.0 para realizar el cálculo de la evapotranspiración referencial del cultivo, ya que este valor es importante para realizar un correcto diseño agronómico.
- ✓ Para el diseño hidráulico del sistema de riego considerar los criterios técnicos para las velocidades permisibles en las tuberías laterales, terciarias, secundarias y primarias.

- ✓ Implementar los sistemas de riego tecnificado en la provincia de Zarumilla para optimizar más el recurso hídrico y obtener mejores cosechas.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albites, J., & Alvitez, C. d. (2015). *Diseño de un sistema de riego por goteo para el cultivo de palto hass en parcela de 22 ha del subsector de riego ferreñafe [tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]*. Repositorio Institucional .
- Arias, D. (2019). *Diseño de un sistema de riego por goteo automatizado, para el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en el fundo "Cantagallo", San Martín-Peru* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional.
- Carrazón, J. (2007). *Manual practico para el diseño de sistemas de minirriego*. Honduras: PESA Honduras.
- Del cioppo, F. (2016). *Valoracion del servicio ecosistemico del agua para riego presurizado del cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en la zona regable chongon del trasvase Daule - Santa Elena - Ecuador [Tesis de postgrado, Universidad Nacional de Tumbes]*. Repositorio Institucional.
- Dioses, F., & Zapata, R. (2017). *Sistema de riego tecnificado por goteo para cultivo de quinua, financiado por fondo contravalor Peru - Francia; en el distrito Tauripampa, provincia yauyos.Lima. 2017 [Tesis de Grado, Universidad Privada Antenor Orrego]*. Repositorio Institucional.
- Fernández, R., Ávila, R., López, M., Gavilán, P., & Oyonarte, N. (2010). *Manual de riego para agricultores. Modulo 4: Riego Localizado*. Sevilla: Junta andalucia - Agricultura y Pesca.
- Fernández, R., Ávila, R., López, M., Gavilán, P., & Oyonarte, N. (2010). *Manual de riego para agricultores: modulo 1. Fundamentos de riego*. Sevilla: Junta andalucia - Agricultura y Pesca.
- Fuentes, J., & García, G. (1999). *Técnicas de riego: Sistemas de riego en la agricultura*. Mexico: MUNDI-PRENSA MEXICO, S.A. DE C.V.
- issuu. (26 de Setiembre de 2016). *Problemática del Sector Agrario de Tumbes*. Obtenido de <https://issuu.com/pepelhc/docs/01-riccardoflores-pdf>
- Kevin Serapio, B. A. (2016). *Diseño e instalacion de sistemas de riego localizado y aspersion en 15 hectareas en la finca de la UNA EL Plantel, Masaya, 2016 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]*. Repositorio Institucional.
- Liotta, M., Carrión, R., Ciancaglini, N., & Olguin, A. (2015). *Manual de capacitacion: Riego por goteo*. Rivadavia: PROSAP.
- Medina, J. (1985). *Riego por goteo: teoría y práctica*. Venezuela: IICA Biblioteca Venezuela.

- orizont. (13 de Junio de 2017). *La falta de agua, un problema de todos*. Obtenido de <https://www.orizont.es/el-problema-del-agua-en-la-agricultura/>
- Santos, L., De Juan, J., Picornell, M., & Martin, J. (2004). *El riego y sus tecnologías*. Lisboa: Europa-America.
- Saud, J. (2012). *Diseño de un sistema de riego por goteo para cultivos en zonas con escases de agua [Tesis de grado, Universidad San Francisco de Quito]*. Repositorio Institucional.
- Tocto, O. (2019). *Evaluacion del sistema de riego por goteo de 56 Has. De Vid Red Globe (Vitis Vinifera) Sector la Misteriosa, Irrigacion Olmos - Region Lambayeque [Tesis de grado, Universidad Nacional de Trujillo]*. Repositorio Institucional.
- Tostado, P. (2010). *Diseño hidraulico de un sistema de riego por goteo para una huerta aguacatera pequeña [Tesis de grado, Universidad Nacional Autonoma de Mexico]*. Repositorio Institucional.
- Vasquez, A., Vasquez, I., Vasquez, c., & Cañamero, M. (2017). *Fundamentos de la ingeniería de riegos*. Lima : Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Wikipedia. (13 de Enero de 2020). *Riego en el Perú*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Riego_en_el_Per%C3%BA

9. ANEXOS

9.1. PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía 01: Imagen satelital de la zona de estudio.

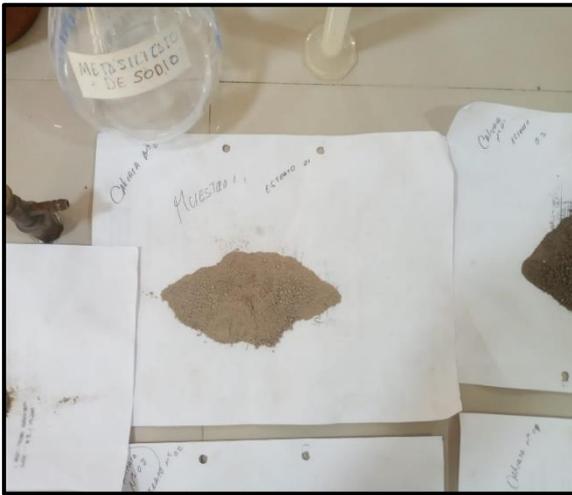


Panel Fotográfico N° 01: Excavación de la calicata de estudio.

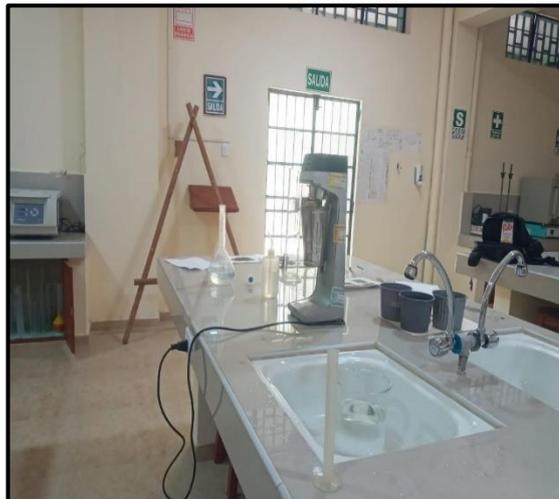




Panel Fotográfico N° 02: Muestras de suelo extraídas.



Panel Fotográfico N° 03: Análisis de las muestras de suelo en el laboratorio de la Universidad Nacional de Tumbes.



Panel Fotográfico N° 04: Vista panorámica del terreno en estudio.



9.2. VARIABLES METEOROLÓGICAS

Mes	Valores promedio mensual (considerando 33 años)				
	Temp. Min. (C°)	Temp. Max. (C°)	Humedad (%)	Viento (Km/dia)	Insolación (Horas)
Enero	23.3	31.0	82	232	4.0
Febrero	23.3	31.1	84	174	4.0
Marzo	23.5	31.3	85	171	5.0
Abril	23.3	31.5	83	174	5.2
Mayo	22.6	30.7	83	167	4.5
Junio	21.3	29.0	85	165	3.8
Julio	20.5	27.8	85	188	3.8
Agosto	19.9	27.0	86	185	3.7
Setiembre	20.2	27.0	86	199	3.2
Octubre	20.9	27.3	85	197	3.0
Noviembre	21.4	28.1	84	199	3.2
Diciembre	22.45	29.8	83	188	3.8

9.3. CÁLCULO DE LA TEXTURA DEL SUELO/CAPACIDAD DE CAMPO - PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE

TEXTURA DEL SUELO

Datos	Calicata					
	Calicata 01			Calicata 02		
	Estrato 01	Estrato 02	Estrato 03	Estrato 01	Estrato 02	Estrato 03
Peso de la muestra del suelo (gr)	50	50	50	50	50	50
Temperatura de calibración del Hidrómetro (°F)	68	68	68	68	68	68
Lectura del hidrómetro (gr/Lit) - 40 Segundos	10	14	12	15	14	15
Temperatura de la suspensión (°C) - 40 Segundos	28	28	27.5	28	27	27
Lectura del hidrómetro (gr/Lit) - 2 Horas	2	10	7	9	10	11
Temperatura de la suspensión (°C) - 2 Horas	26	26	26	26	26	26
Temperatura de la suspensión (°F) - 40 Segundos (+)	82.4	82.4	81.5	82.4	80.6	80.6
Temperatura de la suspensión (°F) - 2 Horas (+)	78.8	78.8	78.8	78.8	78.8	78.8
Diferencia de temperaturas - 40 segundos (+)	14.4	14.4	13.5	14.4	12.6	12.6
Diferencia de temperaturas - 2 Horas (+)	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8

Factor de corrección (gr/Lit)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Corrección por defectos de temperaturas - 40 Segundos (gr/Lit)* (+)	2.88	2.88	2.7	2.88	2.52	2.52
corrección por defectos de temperaturas - 2 Horas (gr/Lit)* (+)	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16
Lectura corregida (gr/Lit) - 40 segundos	12.88	16.88	14.7	17.88	16.52	17.52
Lectura corregida (gr/Lit) - 2 Horas	4.16	12.16	9.16	11.16	12.16	13.16
% Limo + Arcilla*	25.76	33.76	29.4	35.76	33.04	35.04
% Arena	74.24	66.24	70.6	64.24	66.96	64.96
% Arcilla	8.32	24.32	18.32	22.32	24.32	26.32
% Limo	17.44	9.44	11.08	13.44	8.72	8.72
Textura (Según el triángulo textural)	Franco Arenoso	Franco Arcilloso Arenoso	Franco Arenoso	Franco Arcilloso Arenoso	Franco Arcillos o Arenoso	Franco Arcillos o Arenoso

CAPACIDAD DE CAMPO - PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE

Datos	Calicata					
	Calicata 01			Calicata 02		
	Estrato 01	Estrato 02	Estrato 03	Estrato 01	Estrato 02	Estrato 03
Profundidad (mts)	0.34	0.54	0.80	0.30	0.50	0.80
Peso Natural (gr) (L)			164.20			168
Peso Seco (gr) (L)			158.8			160.2
Diámetro del cilindro de Ext. (cm)			3.3			3.3
Altura del cilindro de Extr. (cm)			6.8			7.2
Volumen real (cm3)			58.16			61.58
Porcentaje Ocupado (%)			95			95
Volumen ocupado (cm3)			55.25			58.50
Densidad Aparente C (gr/cm3)			2.73			2.60
Densidad Aparente T (gr/cm3)	1.6	1.5	1.6	1.5	1.5	1.5
Valor de conversión (gr/cm3 a Kg/m3)	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Densidad Aparente T (Kg/m3)	1600	1500	1600	1500	1500	1500
Gravedad (m/s2)	9.81	9.81	9.81	9.81	9.81	9.81
Peso específico (N/m3)	15696	14715	15696	14715	14715	14715
Densidad Real C (gr/cm3)			2.87			2.74
Densidad Real T (gr/cm3)	2.7	2.6	2.7	2.6	2.6	2.6
Peso del suelo + Deposito (gr)	640.6	478.1	479.2	467.7	511.6	456.5
Deposito (gr)	35	35	35	35	35	35
Peso del suelo (gr)	605.6	443.1	444.2	432.7	476.6	421.5
Peso del suelo + Agua (gr)	697.8	582.6	597.4	599.8	651	630.4
Peso del agua (gr)	92.2	139.5	153.2	167.1	174.4	208.9

Densidad del agua (gr/cm3)	1	1	1	1	1	1
Contenido de humedad (Peso del agua) (%) - CC	15.2	31.5	34.5	38.6	36.6	49.6
Contenido de humedad (en volumen) (%) - CC	24.36	47.22	55.18	57.93	54.89	74.34
Contenido de humedad (Peso del agua) (%) - PMP	6.27	18.30	20.52	23.58	22.08	31.68
Contenido de humedad (en volumen) (%) - PMP	10.03	27.45	32.83	35.37	33.12	47.51

9.4. AGUA A APLICAR – RIEGO TRADICIONAL/RIEGO TECNIFICADO (RESUMEN GENERAL)

Agua a aplicar					
Riego	Años				Total/ Vida Vegetativa (Lits)
	Año 01	Año 02	Año 03	Año 04	
Tradicional - S1 (Lits)	354.1	420.4	483.9	515.3	
Tradicional - S2 (Lits)	336.5	443.7	513.4	713.4	
Total Anual (Lits)	690.6	864.1	997.3	1228.7	3780.7
Tecnificado - S1 (Lits)	78.2	90.1	110.3	158.5	
Tecnificado - S2 (Lits)	157.5	220.2	298.9	378.9	
Total Anual (Lits)	235.7	310.3	409.2	537.4	1492.6

