

**UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y FORESTALES**  
**INGENIERIA AGRONOMICA**



**DISEÑO TÉCNICO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO  
APLICADO AL CULTIVO DE LA FRUTILLA EN LA  
COMUNIDAD DE BELLA VISTA PROVINCIA CERCADO DEL  
DEPARTAMENTO DE TARIJA**

**Por:**

**MARIA DEL CARMEN TORREZ VARGAS**

**Tesis presentada a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN  
MISAEL SARACHO", como requisito para optar el grado académico de  
licenciatura en Ingeniería agronómica**

**Gestión -2022  
TARIJA – BOLIVIA**

*Dedicatoria*

A mi amada madre Adela Vargas Villa quien fue mi principal motivación y el apoyo en la realización de este trabajo y mi principal bastión a lo largo de mi paso por la Universidad.

A mis hermanos Ito Tony y José Antonio quienes siempre han estado a mi lado apoyándome en el camino de mi formación como profesional.

DEDICATORIA  
AGRADECIMIENTO  
RESUMEN

## INDICE

### CAPITULO I. INTRODUCCION

1.1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	2
1.3. OBJETIVOS .....	3
1.3.1. Objetivo general .....	3
1.3.2. Objetivos específicos .....	3
1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.5. HIPOTESIS.....	4

### CAPITULO II. MARCO TEORICO

2.1. Origen de la fresa .....	5
2.1.1. Etimología.....	5
2.1.3. Taxonomía.....	6
2.1.4. Variedad “San Andreas” .....	6
2.2. REQUERIMIENTOS DE AGUA PARA EL CULTIVO .....	6
2.3. REQUERIMIENTOS DE SUELO .....	7
2.3.1. Fertilización base .....	8
2.4. PREPARACIÓN DEL SUELO.....	8
2.4.1 Secuencia de labores .....	9
2.4.1.1. Rastraje.....	9
2.4.1.2. Subsulado .....	9
2.4.1.3. Aradura con cincel.....	9
2.4.1.4. Mullimiento de cama de plantación .....	9
2.5. ROTACIÓN DE CULTIVOS.....	10
2.6. LABORES DE ESTABLECIMIENTO .....	11
2.6.1. El mulch .....	11
2.7. PLANTACIÓN .....	13
2.8. PREPARACIÓN DE LA PLANTA .....	14
2.8.1. Planta frigo conservada (plantación de primavera-verano) .....	14
2.8.2. Planta fresca (plantación de otoño).....	14
2.9. RIEGO DE POSPLANTACIÓN.....	16
2.9.1. PODA DE ESTOLONES .....	17

2.9.2. PODA DE HOJAS .....	17
2.9.3. TIPOS DE PODA .....	18
2.9.3.1. Poda baja .....	18
2.9.3.2. Poda alta o deshoje.....	18
2.9.3.3. Poda de Invierno (cultivar día corto y neutro) .....	19
2.9.3.4. Poda de Verano (cultivar día corto).....	19
2.10. FERTILIZACIÓN .....	20
2.10.1. NITRÓGENO .....	20
2.10.2. FÓSFORO.....	20
2.10.3. POTASIO .....	20
2.10.4. CALCIO.....	21
2.10.5. MAGNESIO.....	21
2.11. DETERMINACIÓN DE DOSIS DE NUTRIENTES.....	22
2.12. RIEGO POR GOTEO .....	22
2.13. EL RIEGO POR GOTEO EN EL MUNDO .....	24
2.13.1. Características del riego por goteo.....	25
2.13.2. Ventajas e Inconvenientes .....	25
2.13.2.1. Ventajas .....	25
2.13.2.2. Inconvenientes.....	26
2.13.3. Tipos de riego por goteo.....	26
2.13.4. Riego por goteo superficial .....	26
2.14. Riego por goteo superficial .....	27
2.14.1. Instalación del sistema de riego por goteo superficial .....	28
2.14.2. El bulbo de humedecimiento.....	28
2.15. Factores para determinar el método de riego .....	29
2.15.1. Disponibilidad de agua.....	29
2.15.2. Tipo de suelo .....	30
2.15.3. Topografía del terreno .....	30
2.15.4. Disponibilidad de energía .....	30
2.15.5. Disponibilidad de mano de obra .....	30
2.16. Fase Agronómica y Fase Hidráulica .....	31
2.16.1. Fase agronómica.....	31
2.16.2. Diseño Agronómico .....	31
2.16.2.1. Evaporación.....	32
2.16.2.2. Transpiración.....	32
2.16.2.3. Evapotranspiración.....	32
2.16.2.4. Método de Penman-Monteth.....	33
2.17. Fase hidráulica .....	34
2.17.1. Cabezal de Riego.....	35
2.17.2. Equipo de Bombeo.....	35
2.17.3. Fertirriego.....	36

2.17.4. Sistema de Filtrado.....	37
2.17.5. Mantenimiento del Sistema.....	39
2.18. AutoCAD .....	39
2.19. Water CAD V8i.....	40
2.19.1. Diseño de la tubería principal .....	40

### **CAPITULO III METODOLOGIA**

3. Diseño Metodológico .....	41
3.1. Localización .....	41
3.2. Clima.....	42
3.2.1. Requerimientos agroclimáticos de la frutilla .....	42
3.3. Tipo de investigación .....	43
3.4. Levantamiento topográfico .....	47
3.5. Diseño de las tuberías de goteo .....	47
3.5.1. Diseño de la tubería principal .....	48
3.5.2. Diseño de tubería secundaria y bloques de riego .....	48
3.6. Diseño Hidráulico .....	52
3.7. Diseño agronómico .....	52
3.7.1. Método de penman.....	52
3.7.2. Evaporación Potencial.....	53
3.8. CÁLCULO DE PARÁMETROS AGRONÓMICOS .....	57

### **CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSION**

4.1. Análisis.....	60
4.1.1. DISEÑO AGRONÓMICO.....	60
4.1.1.1. Balance hídrico – ABRO.....	61
4.1.1.2. Oferta de agua .....	61
4.1.1.3. Demanda de agua .....	61
4.1.1.3.1. Cálculo de la evapotranspiración potencial (ETo).....	61
4.1.1.3.2. Coeficientes de cultivo Kc .....	63
4.1.1.3.3. Eficiencias del sistema de riego .....	64
4.1.1.3.4. Área Baja Riego Optimo.....	65
4.1.1.4. Demanda de agua – requerimiento de riego.....	65
4.1.1.4.1. ESTIMACION DEL AREA INCREMENTAL.....	65
4.2. Diseño Agronómico – Riego por goteo.....	66
4.3. DISEÑO HIDRÁULICO .....	70
4.3.1. WATER CAD V8i.....	70
4.3.2. Diseño de la red hidráulica.....	71

4.3.3. Altura manométrica.....	72
4.3.4. Centro de Control.....	73
4.3.5. Sistema de Impulsión.....	73
4.3.6. Inyector de fertilizantes.....	73
4.4. COSTOS DE INVERSIÓN.....	73
4.4.1. Precios unitarios.....	73
4.4.2. Inversión.....	73

## **CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES\**

5.1. Conclusiones.....	75
5.2. Recomendaciones.....	76

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Secuencia de trabajo a realizar previo a la plantación de la frutilla .....	10
Figura 2. Diagrama con medidas para confección de plantabandas de doble hilera.....	11
Figura 3. Platabandas de doble hilera con mulch negro y plantas de frutilla recién establecidas en el terreno .....	13
Figura 4. Plantación tres bolillos.....	13
Figura 5. Ubicación de las plantas de frutilla con respecto a la superficie del suelo .....	15
Figura 6. Plantación con herramienta tipo “pincho”(izquierda)y detalle de la herramienta(derecha).....	16
Figura 7. Frutilla en estado de producción de espolones que debe podarse .....	17
Figura 8. Plantas de frutilla después de realizada la poda baja.....	18
Figura 9. Plantabanda de frutilla con poda alta o deshoje.....	18
Figura 10. El bulbo.....	29
Figura 11.Filtro de anillas .....	41
Figura 12. Parcela de frutilla a implementar .....	41
Figura 13. Estaciones meteorológicos.....	43
Figura 14. Introducción de datos al ABRO.....	44
Figura 15. Datos meteorológicos .....	45
Figura 16. Menú de resultados del programa ABRO .....	46
Figura 17. Importación de puntos y delimitación de la parcela mediante el programa Civil 3D.....	47
Figura 18. Esquematización del sistema de riego por goteo.....	48
Figura 19. Paso 1.....	49
Figura 20.Paso 2.....	49
Figura 21.Paso 3.....	50
Figura 22.Paso 4.....	51
Figura 23.Paso5.....	51
Figura 24.Paso 6.....	52

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Valores referenciales de un análisis químico de agua .....	7
Cuadro 2. Valores referenciales de un análisis de suelo.....	8
Cuadro 3. Efecto del color de la cubierta plástica o mulch según época de plantación y finalidad. ....	12
Cuadro 4. Características del emisor.....	58
Cuadro 5. Evapotranspiración en la zona del proyecto.....	62
Cuadro 6. Evapotranspiración mensual y precipitación.....	63
Cuadro 7. Eficiencias del sistema de riego en situación sin y con proyecto.....	64
Cuadro 8. Área Bajo Riego Optimo .....	64



*Agradecimiento.*

Agradecer primero a Dios todo poderoso por darme la paciencia necesaria para poder finalizar la carrera de Ingeniería Agronómica y por guiar siempre mi camino.

A los profesionales:

Ing. Marco Antonio Torrez Tarifa

Ing. Rosio Isabel Velásquez Salas.

Por tener la disposición de ayudarme y por su compromiso en el desarrollo de este proyecto.