



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ.**

**FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA**

**CARRERA DE INGENIERIA AGRICOLA**

**TESIS DE GRADO**

**PREVIO LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
INGENIERO AGRÍCOLA**

**MODALIDAD: Trabajo Comunitario.**

**TEMA:**

**“Implementación de un sistema de riego por aspersión para uso agrícola,  
ubicado en la instalaciones de la Facultad de Ingeniería Agrícola en la  
parroquia Lodana del cantón Santa Ana”**

**AUTORES:**

**Elizabeth Solórzano Vélez**

**Mariela Vega Piloza**

**Gabriel Defaz Álava**

**Manuel Solórzano Vélez**

**2014 – 2015**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ.**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS.**

**TEMA:**

**“Implementación de un sistema de riego por aspersión para uso agrícola,  
ubicado en la instalaciones de la Facultad de Ingeniería Agrícola en la  
parroquia Lodana del cantón Santa Ana”**

**TESIS DE GRADO**

**INGENIERO AGRÍCOLA.**

**APROBADO.**

---

**PRESIDENTE DE TRIBUNAL.**

.....  
Ing. Francisco Alcívar Ruiz, Mg.

**DIRECTOR DE TESIS**

.....  
Ing. Tanya Bravo Mero,

**MIEMBRO DE REVISION**

.....  
Ing. Walter Núñez Pilligua, Mg.

**MIEMBRO DE REVISION**

.....  
Ing. Richard Cevallos Mera, Mg.

**MIEMBRO DE REVISION**

## CERTIFICACIÓN

DIRECTOR DE TESIS.

A petición de parte interesado

CERTIFICO que los egresados: **Elizabeth Solórzano Vélez, Mariela Vega Piloza, Gabriel Defaz Álava, Manuel Solórzano Vélez** han culminado la tesis grado titulada “Implementación de un sistema de riego por aspersión para uso agrícola, ubicado en la instalaciones de la facultad de Ingeniería Agrícola en la parroquia Lodana del cantón Santa Ana”, Cumpliendo con todos los requisitos que constan en el reglamento de graduación de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Técnica de Manabí, para que continúen con los trámites pertinentes.

LO QUE CERTIFICO

Santa Ana \_\_ de \_\_\_\_ del 2015.

## **DEDICATORIA.**

A DIOS por guiarme por el buen camino y darme las fuerzas necesarias para enfrentar los problemas.

A mis padres por su apoyo, amor, trabajo, y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy, gracias por su ayuda en los momentos más difíciles, han sido una guía y el camino para llegar a este punto de mi carrera.

A mi preciosa hija para quien ningún sacrificio es suficiente, que con su luz ha iluminado mi vida.

A mis hermanos por su apoyo y confianza, por sus palabras de aliento y su compañía.

A mi querida hermana, y a mi comadre, quienes cuidaron de mi hija mientras realizaba mis estudios, ¡Gracias! sin ustedes no hubiese podido hacer realidad mi sueño.

A mi esposo y amigo, por su apoyo y animo que me brinda día con día por su cariño, comprensión y paciencia.

A mi abuelito que ya no está a mi lado, siento que estás conmigo siempre y aunque faltaron muchas cosas por vivir juntos, pero sé que desde el cielo siempre me cuida y me guía para que todo salga bien.

Mariela Vega Piloza

## **DEDICATORIA.**

Los seres humanos buscamos ir cruzando metas cada día, pero como todo camino por andar no siempre se avanza solo y sin duda alguna llegaremos a necesitar alguien más de nuestro lado, alguien que tienda la mano cuando resbalemos, quien nos dé fortalezas cuando flaqueen nuestras fuerzas.

Para empezar esta travesía me propuse una firme idea, ya en el camino encontré muchas personas. Por esto principalmente dedico este logro a mi madre Edita del Carmen Vélez Pisco el principal y más importante pilar de apoyo constante que nunca dudo de mi capacidad.

Manuel Abad Solórzano Vélez

## **DEDICATORIA.**

Dedico el desarrollo de esta Tesis a todas aquellas personas que influyeron positivamente en mi vida, a Dios por todas sus bendiciones.

A mis Padres; en especial a mi querida Madre Edita Vélez Pisco que con su esfuerzo y dedicación hicieron posible mis estudios y convertirme una profesional.

A mi madrina Becsy Solórzano por su comprensión apoyo incondicional.

A mis esposo y compañero Rodolfo Vélez quien estuvo detrás de mi brindándome su apoyo en los momentos duro y difíciles.

A mis hermanas y hermanos que de una u otra manera me dieron ánimo para salir adelante con mis estudios.

A mis sobrinos Jennifer Moreira, Anny Torrez, Jefferson Moreira, quienes estuvieron dándome animo sincero para alcanzar mi meta de ser una profesional.

A mi hijo Michael Vélez quien es mi inspiración, fuerza para superar los obstáculos de la vida y seguir adelante con mis metas propuestas.

A mis profesores por su enseñanza y su dedicación.

A mis amigos y compañeros de estudios por compartir tantas vivencias y aventuras de estudios, sobre todo a mí por lucha contante lo cual estoy cosechando los frutos de mi esfuerzo.

ELIZABETH SOLÓRZANO

## **DEDICATORIA.**

Las personas importantes de tu vida no son las que te hacen bonita cara sino las que te dan la mano, te ayudan a seguir adelante y ven tu bienestar.

Dedico el presente trabajo de tesis primeramente a mis padres MARIANA ALAVA y VICTOR DEFAZ porque son ellos mi apoyo, guía y por convertirme en la persona que soy; a mi hijo PIER DEFAZ por ser el motor de mi vida y mi fuerza para seguir adelante y superarme día a día y por último y no menos importante a mi esposa PIERINA PINCAY por ser mi pilar fundamental para crecer personal y profesionalmente.

GABRIEL DEFAZ

## **AGRADECIMIENTO.**

El presente trabajo de tesis primeramente agradecemos a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, por hacer realidad este sueño anhelado.

A la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ por darnos la oportunidad de estudiar y ser profesionales.

A los Ingenieros que impartieron su cátedra con nosotros, por su esfuerzo y dedicación, quienes con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación han logrado en nosotros que podamos terminar nuestros estudios con éxito.



## **AUTORÍA.**

Las ideas, resultados conclusiones y recomendaciones del presente trabajo Comunitario, es de responsabilidad única y exclusiva de los autores.

---

**ELIZABETH SOLÓRZANO VÉLEZ**

---

**MARIELA VEGA PILOZO**

---

**GABRIEL DEFAZ ÁLAVA**

---

**MANUEL SOLÓRZANO VÉLEZ**

## **RESUMEN.**

Este presente trabajo comunitario titulado “Implementación de un Sistema de Riego por aspersión para uso agrícola, ubicado en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Agrícola en la Parroquia Lodana del Cantón Santa Ana, que tiene como objetivo general, Diseñar e implementar un sistema de riego por aspersión para pasto.

Con la finalidad de cumplir con los objetivos se implanto una metodología propicia para establecer las características del suelo y la necesidad hídrica del cultivo, con lo cual nos servicio de base para calcular el diseño agronómico e hidráulico del sistema de riego.

El marco referencial ayuda a comprender la idea del proyecto y cuenta con sus respectivos temas, el agua como recurso, uso del agua en la agricultura, Los sistemas de riego, Riego por aspersión, Determinación de los parámetros del diseño agronómico, Determinación de los parámetros del diseño hidráulico.

Los resultados nos permitieron conocer que el sistema de riego tiene una dosis neta de  $193,50 \text{ m}^3/\text{ha}$  y una dosis total de  $276,43 \text{ m}^3/\text{ha}$ , considerando una frecuencia entre riego de 6 días, mediante el uso de un aspersor “simex dúplex PC-RH” cuyo caudal es de  $4996.7 \text{ l/hora}$  en un diámetro de mojado de  $60 \text{ m}$ , los aspersores están dispuesto en cuadrados con una separación de  $42 * 42 \text{ m}$ , con una intensidad pluviométrica de  $1,77 \text{ mm/H}$ , valor que es inferior a la velocidad de infiltración estabilizada ( $6 \text{ mm}$ ), la duración de irrigación será de  $09:46 \text{ horas}$ .

## SUMARY

This present work community entitled “Implementation of a irrigation of system” by aspersion or agricultural use, located in the facilities of the faculty of Agricultural engineering in the parroquia Lodana of Santa Ana City, that has as a general objectives design and implement an irrigation system for grass.

In order to meet the objectives was introduced a methodology conducive to establish the characteristics of soil and the water need of the crop, with which us base service to calculate the agronomic and hydraulic irrigation system.

The referential framework helps to comprise the idea of project and account with yours respective topics as resource the water as resource, use of the water in agricultural, the irrigation of system sprinkler irrigation. Determination the parameters of hydraulic design.

The results allowed us to know that the irrigation system has a net dose of 193,50 m<sup>3</sup>/ha and an entire dose of 276,43 m<sup>3</sup>/ha, considering a frequency between irrigation f 6 days, means of use a sprinkler “Simex duplex PC-RH” whose flow is 4996.71/hour in a diameter o 60m, the sprinklers are willing in squares with a separation of 42\*42m, with a rainfall intensity o 1.77 mm/H, value that is lo at the speed of infiltration stabilized (6mm), the irrigation duration will be of 09:46 hours.

## ÍNDICE.

|                                                                                                                                                                                              |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| PORTADA .....                                                                                                                                                                                | 1    |
| CERTIFICADO DE APROBACIÓN .....                                                                                                                                                              | ii   |
| CERTIFICACIÓN .....                                                                                                                                                                          | iii  |
| DEDICATORIA. ....                                                                                                                                                                            | iv   |
| DEDICATORIA. ....                                                                                                                                                                            | v    |
| DEDICATORIA. ....                                                                                                                                                                            | vi   |
| DEDICATORIA. ....                                                                                                                                                                            | vii  |
| AGRADECIMIENTO. ....                                                                                                                                                                         | viii |
| AUTORÍA. ....                                                                                                                                                                                | ix   |
| RESUMEN. ....                                                                                                                                                                                | x    |
| SUMARY .....                                                                                                                                                                                 | xi   |
| ÍNDICE.....                                                                                                                                                                                  | xii  |
| 1. DENOMINACIÓN DEL PROYECTO.....                                                                                                                                                            | 15   |
| “Implementación de un sistema de riego por aspersión para uso agrícola, ubicado en la instalaciones de la Facultad de Ingeniería Agrícola en la parroquia Lodana del cantón Santa Ana” ..... | 15   |
| 2. LOCALIZACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO. ....                                                                                                                                                    | 15   |
| 3. FUNDAMENTACIÓN. ....                                                                                                                                                                      | 15   |
| 3.1. DIAGNÓSTICO DE LA COMUNIDAD.....                                                                                                                                                        | 16   |
| 3.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....                                                                                                                                                        | 16   |
| 3.3. PRIORIZACIÓN DE PROBLEMAS.....                                                                                                                                                          | 17   |
| 4. JUSTIFICACIÓN. ....                                                                                                                                                                       | 17   |
| 5. OBJETIVOS. ....                                                                                                                                                                           | 18   |
| 5.1. OBJETIVO GENERAL. ....                                                                                                                                                                  | 18   |
| 5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS. ....                                                                                                                                                             | 18   |
| 6. MARCO REFERENCIAL. ....                                                                                                                                                                   | 19   |
| 6.1. EL AGUA COMO RECURSO. ....                                                                                                                                                              | 19   |
| 6.1.1. UNA IRRIGACIÓN EFICIENTE .....                                                                                                                                                        | 20   |
| 6.1.2. NUEVAS PRAXIS PARA LA PRESERVACIÓN DE RECURSO HÍDRICO. ....                                                                                                                           | 20   |
| 6.2. USO DEL AGUA EN LA AGRICULTURA .....                                                                                                                                                    | 21   |
| 6.3. LOS SISTEMAS DE RIEGO.....                                                                                                                                                              | 22   |
| 6.3.1. REDES DE RIEGO.....                                                                                                                                                                   | 22   |
| 6.3.2. MÉTODOS DE RIEGO. ....                                                                                                                                                                | 24   |
| 6.4. RIEGO POR ASPERSIÓN. ....                                                                                                                                                               | 27   |
| 6.4.1. PARTES DE UN SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN .....                                                                                                                                     | 28   |
| 6.4.2. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN .....                                                                                                                            | 32   |
| 6.4.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN .....                                                                                                                       | 33   |
| 6.5. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL DISEÑO AGRONÓMICO. ....                                                                                                                             | 34   |
| 6.5.1 CAPACIDAD DE CAMPO, CC. ....                                                                                                                                                           | 35   |
| 6.5.2 PUNTO DE MARCHITAMIENTO (PMP). ....                                                                                                                                                    | 35   |
| 6.5.3 DETERMINACIÓN DEL AGUA ÚTIL AU. ....                                                                                                                                                   | 36   |

|                                                                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 6.5.4 DÉFICIT DE HUMEDAD DE CAMPO DHC.....                                                                                                                                                 | 36 |
| 6.5.5 DETERMINACIÓN DÉFICIT DE HUMEDAD ADMISIBLE DHA. ....                                                                                                                                 | 36 |
| 6.5.6. ASCENSO CAPILAR AC. ....                                                                                                                                                            | 37 |
| 6.5.7. DISMINUCIÓN MÁXIMA DEL AGUA ÚTIL A. ....                                                                                                                                            | 37 |
| 6.5.8. COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD DE EMISIÓN (EU) ....                                                                                                                                     | 37 |
| 6.5.9. DETERMINACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL O DE<br>CULTIVO PARA LA MÁXIMA DEMANDA .....                                                                                            | 38 |
| 6.5.10. CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN EFECTIVA PEF .....                                                                                                                                     | 39 |
| 6.5.11. INTERVALO DE RIEGO.....                                                                                                                                                            | 39 |
| 6.5.13. TURNOS DE RIEGO .....                                                                                                                                                              | 39 |
| 6.5.14. DETERMINACIÓN DEL AGUA DISPONIBLE PARA LAS PLANTAS O<br>LAMINA REAL .....                                                                                                          | 40 |
| 6.5.15. DETERMINACIÓN DE LA LÁMINA AGUA PARA EL PRIMER RIEGO ..                                                                                                                            | 40 |
| 6.5.16. DETERMINACIÓN DE LA LÁMINA NETA DE RIEGO .....                                                                                                                                     | 40 |
| 6.5.17. DETERMINACIÓN DEL VALOR CONTENIDO DE AGUA<br>CORRESPONDIENTE AL 75% DEL NAP CON RESPECTO AL AGUA<br>DISPONIBLE DE ENTRE CAPACIDAD DE CAMPO Y PUNTO DE MARCHITEZ<br>PERMANENTE..... | 41 |
| 6.5.18. DETERMINACIÓN DE LA LÁMINA BRUTA DE RIEGO (PARA EL<br>SEGUNDO RIEGO EN ADELANTE).....                                                                                              | 41 |
| 6.5.19. DETERMINACIÓN DE LA FRECUENCIA DE RIEGO .....                                                                                                                                      | 41 |
| 6.5.20. DETERMINACIÓN DE LA TEXTURA Y ESTIMACIÓN INDIRECTA DE<br>LA VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN CON EL TRIÁNGULO DE TEXTURA.....                                                             | 41 |
| 6.6 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL DISEÑO HIDRÁULICO DEL<br>SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN .....                                                                                      | 42 |
| 6.6.1. CÁLCULO DE LA TUBERIA LATERAL.....                                                                                                                                                  | 42 |
| 6.6.2. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE EMISORES .....                                                                                                                                          | 43 |
| 6.6.3. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE K DE DESCARGA DEL<br>ASPERSOR .....                                                                                                                   | 43 |
| 6.6.4. DETERMINACIÓN DE TOLERANCIA DE CAUDAL Y PRESIÓN DEL<br>ASPERSOR .....                                                                                                               | 43 |
| 6.6.5. DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD POR<br>FACTORES CONSTRUCTIVOS E HIDRÁULICOS.....                                                                                   | 44 |
| 6.6.6. CALCULO DE LAS NECESIDADES DE AGUA DE LOS CULTIVOS. ....                                                                                                                            | 44 |
| 6.6.7. DISEÑO HIDRÁULICO DE LA TUBERÍA PORTA LATERAL PARA EL<br>SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN .....                                                                                       | 45 |
| 6.6.8. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE LATERALES .....                                                                                                                                         | 46 |
| 6.6.9. TIEMPO PARA EL PRIMER RIEGO DEL MODULO .....                                                                                                                                        | 47 |
| 6.6.10. VOLUMEN DE AGUA APLICADA AL MÓDULO A PARTIR SEGUNDO<br>RIEGO .....                                                                                                                 | 47 |
| 6.6.11. TIEMPO PARA EL SEGUNDO RIEGO EN ADELANTE DEL MODULO...                                                                                                                             | 47 |
| 6.7. DETERMINACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE CARGAS TOTALES DEL SISTEMA<br>.....                                                                                                                  | 47 |
| 6.8. DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA DE BOMBEO TEÓRICA .....                                                                                                                                  | 48 |

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 7. BENEFICIARIO.....                                                               | 48 |
| 8. METODOLOGÍA.....                                                                | 48 |
| 8.1. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO.....                            | 48 |
| 8.2. LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO.....                                               | 49 |
| 8.3. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS HIDROFÍSICOS DEL SUELO.....                       | 49 |
| 9. RECURSOS A UTILIZAR.....                                                        | 50 |
| 10. EJECUCION DEL PROYECTO .....                                                   | 51 |
| 10.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO .....                                               | 51 |
| 10.2 ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL SUELO .....                                   | 52 |
| 10.3 DISEÑO DE SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION.....                                 | 52 |
| 10.4 CALCULOS DE LAS NECESIDADES HÍDRICAS EL PASTO .....                           | 52 |
| 10.5 CÁLCULO DEL DISEÑO AGRONÓMICO.....                                            | 53 |
| 10.5.1 DOSIS DE RIEGO.....                                                         | 53 |
| 10.5.2 DETERMINACIÓN DE DOSIS TOTAL .....                                          | 54 |
| 10.5.3 INTERVALO DE RIEGO.....                                                     | 54 |
| 10.5.4 Caudal necesario. ....                                                      | 54 |
| 10.5.6 ELECCIÓN DEL ASPERSOR. ....                                                 | 55 |
| 10.5.7 CALCULO DE INTENSIDAD PLUVIOMETRÍA DEL ASPERSOR.....                        | 55 |
| 10.6 CALCULO PARA EL DISEÑO HIDRAULICO.....                                        | 56 |
| 10.6.1 CALCULO DE LA PERDIDA DE CARGA POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA<br>PRINCIPAL..... | 56 |
| 10.6.2 CALCULO DE LAS PÉRDIDAS TOTALES .....                                       | 56 |
| 10.6.3 CALCULO DE EQUIPO DE BOMBEO .....                                           | 56 |
| 10.7 INSTALACION DEL SISTEMA DE RIEGO .....                                        | 57 |
| 11. PRESENTACIÓN Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS.....                                 | 57 |
| 11.1. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO.....                           | 57 |
| 11.2. LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO.....                                              | 58 |
| 11.3. PARÁMETROS HIDROFÍSICOS DEL SUELO.....                                       | 58 |
| 11.4. DETERMINACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE CULTIVO.....                       | 58 |
| 11.5. DISEÑO AGRONÓMICO.....                                                       | 59 |
| 11.6. DISEÑO HIDRÁULICO .....                                                      | 59 |
| 12.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....                                            | 60 |
| 12.1.-CONCLUSIONES.....                                                            | 60 |
| 12.2. RECOMENDACIONES.....                                                         | 60 |
| 13. -SUSTENTABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD.....                                         | 61 |
| 14.-CRONOGRAMA .....                                                               | 62 |
| 15. BIBLIOGRAFIA .....                                                             | 63 |
| ANEXOS .....                                                                       | 65 |

## **1. DENOMINACIÓN DEL PROYECTO.**

**“Implementación de un sistema de riego por aspersión para uso agrícola, ubicado en la instalaciones de la Facultad de Ingeniería Agrícola en la parroquia Lodana del cantón Santa Ana”**

## **2. LOCALIZACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO.**

El desarrollo de la presente investigación se encuentra localizada en la parroquia Lodana, perteneciente al cantón Santa Ana, de la provincia de Manabí, seleccionando como estudio un área de 3,5 ha, dentro de las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Agrícola destinada a potreros y pastoreo del ganado de la Facultad de Ciencias Veterinarias.

## **3. FUNDAMENTACIÓN.**

El traslado de la Facultad de Ciencias Veterinarias a Lodana, requiere de la construcción de aulas y oficinas; pero también de la construcción y adecuación del área destinada al uso animal, en este caso particular, el ganado.

Los egresados de la Facultad de Ingeniería Agrícola, entre su bagaje de conocimientos, cuenta con saberes de sistemas de riego, del suelo y sus diferentes características y usos en el área agrícola, por ello se procedió a la implementación de un sistema de riego para siembra de pasto para ganado.

La presente investigación se desarrolla mediante la aplicación de la modalidad de Trabajo Comunitario, que pretende contribuir a la solución de un problema, mediante la labor participativa, aplicando conocimientos de carácter científico y técnicos, los cuales han sido adquiridos por los estudiantes, durante el desarrollo de su formación profesional.

Por lo cual se presenta una propuesta para diseñar e instalar un sistema de riego por aspersión, en beneficio la Universidad Técnica de Manabí (Facultad de Ciencias Veterinarias.)

### **3.1. DIAGNÓSTICO DE LA COMUNIDAD.**

La Universidad Técnica de Manabí es una institución de educación superior encargada de la formación de profesionales de diferentes ramas del saber y del accionar profesional, orientándose a la contribución del desarrollo social y económico de la Provincia y del País.

La parroquia Lodana, del cantón Santa Ana, provincia de Manabí por estar ubicado en el valle medio del Río Portoviejo en un lugar privilegiado en cuanto a producción agrícola; en él se cultivan tanto cultivos de ciclo perenne como mangos, cocos, limones, cacao, y cultivos de ciclo corto como maíz, maní, pimientos, etc.

### **3.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.**

La Facultad de Ciencias Veterinarias cuando residía dentro de los predios de la Universidad Técnica de Manabí en Portoviejo, contaba con toda la estructura física necesaria para el desarrollo de sus actividades, pero que estaban limitados por el crecimiento urbano de la misma. Al trasladarse a Lodana debió iniciar prácticamente de cero en cuanto a construcciones; para este caso particular, las destinadas al pastoreo, por lo cual se requería de un sistema de riego para el cultivo de pasto para su ganado.

La Facultad de Ciencias Veterinarias en los actuales momentos se encuentra realizando sus actividades académicas intra aulas, en Lodana, pero ciertas áreas como la Clínica Veterinaria, Galpones avícolas, potreros, ganado y demás, aún están en Portoviejo, lo que dificulta a los estudiantes la realización de sus prácticas.



Siendo necesario el traslado del ganado a Lodana, surge el problema de que no se cuenta con área de pastoreo para su alimentación, por lo que se hace urgente la implementación de un sistema de riego que motiva nuestro trabajo de tesis.

### **3.3. PRIORIZACIÓN DE PROBLEMAS.**

El área destinada a establecimiento del ganado, es montañoso, pues se ha pretendido proteger suelos productivos de sus pezuñas, pero entre los principales problemas detectados se determinó los escasos de riego constante que permita que siempre exista pasto destinado al consumo animal.

### **4. JUSTIFICACIÓN.**

La visión responsable de un profesional de Ingeniería Agrícola debe de orientarse a la proposición de alternativas encaminadas al uso racional y a la permanencia del recurso hídrico en cantidad y calidad para las futuras generaciones.

La importancia del desarrollo de este trabajo, radica en que los sistemas de riego aplicados tradicionalmente (inundación y surcos) han sido efectivos, accesibles pero no eficiente debido a la utilización de grandes cantidades de agua y una baja uniformidad del riego, en comparación con los sistemas de riego como la aspersión, micro aspersión y goteo, que efectivizan el uso del recurso hídrico potencializando además su eficiencia.

Este proyecto se encuentra justificado esencialmente por cuanto se encuentra orientado al mejoramiento de la eficiencia en la aplicación del agua a través de un sistema de riego para obtener pasto de calidad para consumo del ganado de la Facultad de Ciencias Veterinarias, además el desarrollo de la investigación se convierte en un punto de partida para otras investigaciones de similares características.

## **5. OBJETIVOS.**

### **5.1. OBJETIVO GENERAL.**

Diseñar e implementar un sistema de riego por aspersión para pasto en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Técnica de Manabí de la parroquia Lodana del Cantón Santa Ana en el año 2014.

### **5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Diseñar el diseño agronómico del cultivo de pasto.
- Diseñar el diseño Hidráulico del cultivo de pasto.
- Determinar las ventajas y desventajas del sistema de riego por aspersión en el área de pastoreo.

## **6. MARCO REFERENCIAL.**

### **6.1. EL AGUA COMO RECURSO.**

A causa de la creciente demanda de agua generada especialmente por el aumento de la población y las actividades humanas junto con los cambios climáticos, actualmente son muchas las regiones a nivel del mundo con serias dificultades para acceder y reservar este líquido vital para satisfacer las necesidades presentes aún más, las de futuras generaciones.

“El sector agrícola consume un tercio de las reservas de agua dulce en el mundo. La agricultura influye tanto en la cantidad como en la calidad de agua disponible para otros usos. En algunas zonas, la contaminación provocada por plaguicidas y fertilizantes utilizados en la agricultura constituye, de por sí, una de las principales causas de la deficiente calidad del agua” (Alvarez & Perez, 2011)

El cambio climático añade a su vez un nuevo elemento de incertidumbre por lo que a la disponibilidad de recursos hídricos se refiere. Dados los cambios previstos en las pautas de precipitaciones, se espera que, en el futuro, ciertas zonas no dispongan de mayores reservas hídricas que otras. Enfrentados a la creciente demanda y al cambio climático, muchos usuarios, sin excluir a la naturaleza, encontrarán dificultades para satisfacer sus necesidades hídricas. En caso de escasez, empresas y hogares pueden recurrir a estrategias para reducir el consumo de agua, pero nuestros ecosistemas hidrodependientes corren el riesgo de sufrir un daño irreversible. Ello no afectará solo a la vida alrededor de una determinada masa hídrica sino que afectará a todos.

“La aplicación de unas prácticas agrícolas correctas y de unas soluciones políticas que las refrenden permitirá obtener importantes mejoras en la eficiencia hídrica de la agricultura, lo que se traducirá en mayor disponibilidad de agua para otros usos, en particular medioambientales” (Arevalo Machado, 2012)

### **6.1.1. UNA IRRIGACIÓN EFICIENTE**

La irrigación de los cultivos constituye un ámbito en el que las prácticas y las políticas pueden incidir sustancialmente en la mejora de la eficiencia, en una sociedad que en los procesos de cultivos imponen el uso de la irrigación, al cual se destina casi el 80% del agua utilizada en la agricultura.

Sin embargo, la irrigación no necesariamente tiene por qué comportar un consumo hídrico tan elevado. Es necesaria la obtención de mejoras de la eficiencia hídrica, bien mediante una mejor red de transporte del agua, lo que se traduce en un porcentaje más elevado de agua extraída que llega al campo, bien mediante su aplicación eficiente en el campo, donde se obtiene una relación más favorable entre el agua realmente utilizada para un cultivo y la cantidad total de agua aplicada.

“La política juega un papel esencial a la hora de inducir al sector agrícola a adoptar unas prácticas de irrigación más eficientes. Anteriormente, las políticas del agua en no obligaban necesariamente a los agricultores a una utilización eficiente del agua. Mediante una estructura de tarificación del agua que favorezca a los usuarios eficientes y mediante la eliminación de subvenciones agrícolas desfavorables es posible reducir sustancialmente la cantidad de agua empleada para la irrigación en la agricultura” (Bodie & Merton, 2001).

### **6.1.2. NUEVAS PRAXIS PARA LA PRESERVACIÓN DE RECURSO HÍDRICO.**

“Aparte la modificación de las técnicas de irrigación, también es posible obtener mejoras en la eficacia del agua y una reducción de los costes mediante programas de formación e intercambio de conocimientos que adiestren a los agricultores en el uso de prácticas hídricas más eficientes” (Bolzan, Spatola, & Chiera, 2010)

La adopción de nuevas prácticas agrícolas puede, además, mejorar la calidad del agua disponible para otros usos de manera eficaz, también en términos de costes. Por

ejemplo, utilizando fertilizantes y plaguicidas inorgánicos y orgánicos se pueden abordar muchos problemas de contaminación del agua provocados por la agricultura. Además, es posible mejorar mucho la calidad del agua, con poco o ningún impacto sobre la rentabilidad o la productividad, reduciendo, por ejemplo el uso de plaguicidas, modificando las rotaciones de cultivos y proyectando franjas de contención a lo largo de los cursos fluviales.

## **6.2. USO DEL AGUA EN LA AGRICULTURA**

Se puede determinar a la agricultura como la actividad productiva que más demanda del agua supone a nivel mundial, el riego para tierras destinadas a la agricultura representa el 70% de los recursos hídricos en el mundo jugando un rol fundamental en el desarrollo productivo de los países generando que en la actualidad se dispongan de mejores procesos para el riego de las tierras destinadas a la agricultura.

El agua que se utiliza para el riego proviene de fuentes naturales como lo son las lluvias, lagos y ríos, recursos que deben de ser utilizados de forma responsable debido a que el agua superficial se presenta como un recurso limitado y para su utilización se requiere de la construcción de embalses y presas para su explotación generando un significativo impacto ambiental.

“A nivel mundial cerca del 70% del agua que se extrae es para la producción de alimentos. El Ecuador se presenta como uno de los países más ricos en agua de la región, con un promedio de 43 mil 500 metros cúbicos por habitante al año” (Bolzan, Spatola, & Chiera, 2010)

El Concejo Nacional de Recursos Hídricos del Ecuador ha dado en concesión alrededor del 37% del recurso, pero dentro del medio nacional el nivel de tecnificación del riego es muy bajo, por no exponer que este en si es mínimo, siendo el caso de que solo 20 de cada 100 hectáreas utilizan sistemas de riego por aspersión y apenas 2 de cada 100 usan goteo.

“Los estudios realizados dentro del Plan Hídrico de Manabí por la Agencia de Cooperación Técnica Japonesa en 1990 y la Organización de Estados Americanos, determinaron que de toda el área provincial 1’889.370 hectáreas, sólo el 3,70% o sea 76.000 hectáreas son aptas para riego por gravedad o bombeo; esto es, que gran parte de la superficie de la provincia presenta pendientes” (Bolzan, Spatola, & Chiera, 2010)

### **6.3. LOS SISTEMAS DE RIEGO.**

Los sistemas de riego ofrecen una serie de alternativas que posibilitan optimizar el uso del agua disponible. Aplicar cualquier sistema de riego constituye someterse a un estudio previo y así determinar si es el sistema más idóneo, tomando a consideración el tipo de vegetación, hasta la forma de distribuir el agua para obtener el mejor rendimiento.

Existen muchos y variados sistemas de riego que brindan facilidad y comodidad los cuales se encuentran en permanente revisión, ya que se trata de una tecnología se ha ido desarrollando en conjunto con lo que ha avanzado la sociedad. Las zonas verdes han pasado de ser un lujo a una necesidad y el riego es la operación más importante para conservarlas.

#### **6.3.1. REDES DE RIEGO**

Las redes de riego se componen de varios tramos de canalizaciones como son:

Red primaria. Esta va desde el contador hasta las puntas de consumo. Se compone de: bocas de riego, válvulas, electroválvulas y llaves de estaciones.

Redes secundaria. Entre las válvulas, electroválvulas y los mecanismos de distribución del agua: aspersores, difusores, goteros y exudantes.

“Elementos de control de la red de riego. Los elementos susceptibles de mejorar la automatización de las redes de riego y, por tanto, regular y controlar los caudales, los tiempos y otras características son muchos y variados. Los equipos que forman parte de las instalaciones de riego ofrecen grandes ventajas:” (Campaña & Fernandez, 2010)

- Mayor exactitud y seguridad en el control de la instalación.
- Operaciones mecanizadas exentas de errores.
- Reducción de mano de obra.
- Telemando y facilidad de programación y manejo.
- Registro de datos para su análisis posterior.

Para la realización de todas estas operaciones y conseguir el objetivo propuesto, son necesarios un buen número de equipos individuales conectados convenientemente:

Electroválvulas: Regulan el paso del agua a través de la canalización. Su funcionamiento es automático y el sistema de accionamiento puede ser de tres tipos: eléctrico, hidráulico o mixto.

“Pluviómetros. Funciona por impulsos eléctricos y desconectan el programa de riego si llueve. Una pequeña cubeta de PVC recoge el agua de lluvia, y en el interior hay dos electrodos que funcionan como un interruptor por el efecto conductor del agua que se almacena” (Alvarez & Perez, 2011)

Higrómetros. Controla el riego con más rigor que el pluviómetro, puesto que mide mediante sondas el grado de humedad del suelo en cada momento.

Programadores. El programador y los temporizadores sirven para regular el riego. Actúan como el cerebro que regula el sistema según las necesidades de las plantas y minimiza el consumo de agua. Suelen ser de tres tipos: electromecánicos, formados por un pequeño motor eléctrico que permite el movimiento de diversos relojes mecánicos en los que se determinan los horarios; electrónicos, precisos en sus órdenes y los más indicados para las pequeñas instalaciones, y los híbridos, que son

una combinación de los dos anteriores, que reúne las ventajas de la exactitud de los programadores electrónicos y la facilidad de uso de los electromecánicos.

“Válvulas. Suelen estar construidas de latón, fundición, o plásticos, en especial, PVC. Su función específica es regular el paso del agua a través de una canalización. Las válvulas que funcionan manualmente se denominan de control, y las que actúan de acuerdo a un parámetro de la propia agua, de regulación” (Baca, 2010)

### **6.3.2. MÉTODOS DE RIEGO.**

**Riego con aspersores.** El reparto de agua se efectúa de acuerdo con una pluviometría prefijada, y es un sistema idóneo para superficies geométricamente regulares y de una amplitud considerable.

Los principales tipos de aspersores son: Aspersor de impacto y aspersor de turbina. Según la presión de funcionamiento, los aspersores pueden catalogarse en: Baja presión, con presiones de hasta 1.5 kg/cm<sup>2</sup> y radios de alcance hasta 12 metros; media presión, presiones entre 1,5 y 4,5 kg/cm<sup>2</sup> y radios de alcance de entre 12 y 25 metros; y alta presión, presiones superiores a 4,5 kg/cm<sup>2</sup> y radios de alcance de hasta 60 metros. Desde el punto de vista técnico existen otros aspectos que afectan de diversa forma a la idoneidad de un aspersor.

Entre estos destacan la uniformidad en la velocidad de rotación, el ángulo y disposición de la tobera o toberas, la altura de la trayectoria, la uniformidad de distribución, el tamaño de las gotas, etc. Respecto al área que los aspersores humedecen se pueden catalogar en: Circulares y sectoriales. Por último, los aspersores se catalogan según sus posiciones de instalación: Aéreos, los que se sitúan sobre la superficie del suelo, y emergentes: los que se instalan enterrados y protegidos por una carcasa.

**Riego con difusores.** Distribuye el agua en forma de pequeñas gotas. La difusión del agua se realiza a través del aire, siendo nula la participación del suelo en estos



riesgos. El difusor más utilizado es el emergente, que reparte el agua en zonas ajardinadas, plantaciones de césped o arbustos pequeños.

**Riego por goteo.** El agua se distribuye puntualmente, sin atomización y sin que empape el terreno. La densidad de puntos de riego humedece ciertas zonas, mientras la mayor parte del terreno permanece seco. Este tipo de riego es aplicable tanto para zonas tan limitadas como la plantación de arbolado, borduras de arbustos, jardineras, o bien para plantaciones extensas, ya que sólo humedece las zonas deseadas. Este sistema puede complementar al riego por aspersión generalizado en zonas concretas o mantener áreas de arbustos y arbolado de alineación de forma autónoma.

“En muchos casos deben instalarse válvulas reductoras de presión de 0,5 a 2 kg/cm<sup>2</sup>, por lo general, precisa dichas presiones. También es preciso un sistema para filtrar el agua, ya que esta fluye al exterior por pequeños orificios denominados goteros. A pesar de estas medidas de prevención es necesario limpiar periódicamente las tuberías y los goteros desatascándolos con líquidos detergentes o desincrustantes” (Alvarez Perez, 2010)

En comparación a otros sistemas de riego destaca su importante ahorro en agua, superior siempre al 50% del consumo. Asimismo, tiene otras grandes ventajas en lo relacionado con las pendientes del terreno, ya que por accidentadas que sean, no son un obstáculo; no produce cortezas en la superficie del terreno; se pueden utilizar aguas de calidad más baja y permite la aplicación simultánea abonos líquidos.

En cuanto a los aspectos negativos, al riego por goteo del verde urbano se le suelen asociar:

La impresión estética no es agradable.

Es propenso al vandalismo.

“Estos inconvenientes se solventan con la utilización del riego por goteo subterráneo, cuya aplicación está en aumento. En este tipo de instalación los goteros están

integrados en la tubería, pudiendo carecer de ellos las zonas que no se deseen regar” (Arevalo Machado, 2012)

La profundidad a que se coloca la red de goteros es de 20 centímetros y los caudales suelen estar en valores de 2,4 litros hora. Por último, es recomendable que la Instalación sea uniforme para asegurar el crecimiento homogéneo de las especies regadas.

**Riego exudante.** Es una variación del riego por goteo y se conoce también como tubería exudante. Consiste en una serie de canalizaciones plásticas, porosas, que permiten que el agua que circula pase al suelo. De esta manera se consigue un riego uniforme y constante en toda su longitud, ya que el agua se transmite por la propia capilaridad del terreno, alcanzando más o menos superficie en función de la estructura de los substratos. Los ahorros de agua se cifran entre un 35 y un 45%. En la mayoría de los casos hay que instalar una válvula reductora de presión, ya que las instalaciones exudantes trabajan con una presión de agua entre 0,2 y 0,8 kg/cm<sup>2</sup> siendo sus caudales variables entre 2 y 8 litros por hora.

**Sistemas informatizados.** El mantenimiento de los espacios verdes está directamente relacionado con la disponibilidad de agua. Por ello, es muy importante racionalizar su uso optimizándolo al máximo y evitando los despilfarros, que se manifiestan en pérdidas innecesarias, tiempos inadecuados, frecuencias sin controlar, etc.

Los medios para controlar el uso del agua se apoyan en la automatización, la informática, la telemática y la tecnología avanzada de comunicación. Además de los programas de diseño de redes, optimización de consumos, análisis y estudios de las instalaciones existentes, sistemas que actúan en tiempo real sobre los parámetros reales de una instalación; existen otros sistemas de gestión centralizada que ayudan a reducir el consumo de agua y a regar mejor.

Estos sistemas se componen de un ordenador central equipado con un programa informática específico, que recibe datos del sistema meteorológico igualmente informatizado, y de los propios terrenos a regar, y manda, una vez analizados los datos, una propuesta de riego a la zona que sea necesario. Este sistema funciona a través de la red telefónica.

Desde los programadores en cada sector de riego pueden enviarse señales a la inversa: alarmas en la red, escapes, actividades ajenas al riego: piratería.

Las ventajas que ofrecen los sistemas automatizados e informatizados son:

- Mejor gestión del agua.
- Calidad en el riego.
- Disminución de costos.

#### **6.4. RIEGO POR ASPERSIÓN.**

Este método, de uso general, se aplica sobre grandes superficies lanzando un gran volumen de agua controlada y uniforme en forma de lluvia. Por lo general, actúa cubriendo toda el área y es muy adecuado para automatizar la operación. De entrada, deben distinguirse dos tipos de riego:

El principio de operación en los sistemas de riego por aspersión se basa en convertir la energía de velocidad a la salida de la boquilla del aspersor en forma de chorro. A medida que dicho chorro de agua pasa sobre el terreno del campo, este queda esparcido en forma de gotas de agua, las cuales al reunirse con la Resistencia del aire caen a la superficie del suelo.

Un Sistema de riego por aspersión consiste de una red de tuberías o tubos con aspersores acoplados a ellos, arreglados de tal manera, que pueden distribuir la precipitación del agua de riego lo más uniformemente posible sobre el campo de cultivo. En la mayoría de los sistemas de riego por aspersión, la intensidad de

precipitación es menor que la tasa de infiltración básica del suelo. de esta manera se logra que toda el agua que cae sobre la superficie del suelo se infiltre , evitando el exceso de encharcamientos superficiales , los cuales traerían como consecuencia aplicaciones no uniformes del agua y serios problemas de erosión.

#### **6.4.1. PARTES DE UN SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN**

Un Sistema de riego por aspersión está compuesto de muchas partes. Estas partes van desde la boquilla del aspersor válvulas que controlan la entrada del agua al Sistema hasta el sistema de bombeo encargado de suministrar el agua a determinada presión.

Dentro de esa gama de piezas, encontramos aspersores (fijos o giratorios), reguladores de presión o flujo, tubos elevadores acoples, acoplamiento de tuberías, válvulas etc.

##### **Los aspersores**

Una característica que es común en todos los sistemas de riego por aspersión es que el agua debe ser arrojada a través de aspersores , boquillas o perforaciones a una gran velocidad. En los sistemas de riego por aspersión son usados aspersores con cabeza giratoria , aspersores con cabeza fija rociadores con boquillas y placas de impacto y también pequeñas perforaciones hechas directamente en las tuberías, una gran proporción de los sistemas de riego por aspersión usan aspersores con cabeza giratoria, y la mayoría de los procedimientos de cálculo y evaluación están basados en este tipo de aspersores.

##### **Los elevadores**

El elevador es un tramo que conecta el aspersor como rociador a la línea de tubería lateral.

Frecuentemente consiste en un tramo de longitud fija y a veces puede ser un tubo telescópico como en caso de algunos usados en jardinería. Tubería de 12 a 75mm de diámetro con acoples estándar son usualmente empleados. Para aspersores pequeños deben tener mínimo de 8 cm de alto y hasta un metro para aspersores gigantes, con el fin de asegurar el flujo uniforme a la entrada del aspersor.

### **Tuberías**

Las tuberías usadas por en los sistemas de aspersión pueden ser de acero, asbestos – cemento, aluminio y plástico (PVC). Los diámetros usados van desde tan pequeños como 50 hasta 250 mm o más grandes. El aspersor de pared de tubería depende del material usado y la presión de operación que debería soportar.

Las tuberías son usadas como líneas de conducción de agua y en dicho caso se les conoce “líneas o tuberías principal” o también pueden tener acoplados los elevadores y aspersores y en ese caso se les llama “líneas o tuberías lateral” sin embargo cualquiera que sea el caso, las tuberías son fabricadas en tuberías estándar.

### **Las partes de un acople de tuberías**

Están piezas son muy importantes pues permiten acoplar los tramos individuales de los tubos forman línea de tubería. Existen actualmente en la disponibilidad comercial muchos tipos de acoplamientos y ajustes de tuberías pero todos caen dentro de cualquiera de estas dos categorías, las cuales son:

- 1 Auto cierre (cierre de presión),
- 2 Cierre mecánico.

Dentro del tipo de auto cierre se encuentran los acoplamientos de tipo manual, los cuales en un extremo una ranura o una perilla, las cuales mediante un movimiento de cuarto de círculo quedan trabados y unidos los tramos de tuberías. Este tipo de acoplamientos también cuentan con un empaque de hule que ayuda a lograr

un mejor sellamiento. Este tipo de acoplamiento el que se usa más frecuentemente para unir las tuberías laterales.

Los acoplamientos de cierre mecánico son aquellos en los cuales la unión es sujeta por anillos, o tuercas y tornillos. Este tipo más usado en líneas principales de aluminio.

Los acoplamientos se adoptan a los extremos de los tramos de tuberías mediante dos formas 1, proceso de prensado. 2, proceso de soldaduras. En el proceso de prensado los acoplamientos macho y hembra son embutidos a presión en los extremos del tubo. En el proceso de soldado los acoplamientos son unidos a calor en los extremos del tubo.

Es frecuente el uso de tuberías de materiales de PVC y asbesto cemento como líneas de conducción de agua (líneas principales) especialmente cuando se trata de tuberías subterráneas, las tuberías de acero son raramente utilizadas y solo se emplean en tramos cortos o en piezas asiladas.

### **Partes que ajustan las tuberías**

Cierto tipo de piezas son necesarias dentro de un Sistema de riego por aspersión para lograr operarlo bajo determinadas circunstancias, estas piezas pueden ser: codos, reducciones, tapones finales, etc.

### **Partes de control en los sistemas de riego por aspersión**

Cierto tipo de piezas y partes son por sus características de uso especial en los sistemas de riego por aspersión. Estas partes son aquellas que por su disposición ayudan a operar y controlar el Sistema.

Las partes o piezas de control más comúnmente usadas son: válvulas de varios tipos, reguladores, manómetros, hidratantes, etc.

Las válvulas que frecuentemente son empleadas en los sistemas de riego por aspersión son : válvulas de compuerta y mariposa aliviadoras de presión de no retroceso (check) reguladoras de presión y las válvulas codo que alimentan las líneas laterales en el campo.

Las válvulas del tipo de compuerta y mariposa son empleadas usualmente a la entrada del agua al Sistema ( a la salida de la bomba) y son operadas manualmente, estas válvulas sirven para ajustar la operación de la bomba y controlar la presión y gasto que entra al Sistema de riego.

Las válvulas aliviadoras de aire y vacío son colocadas en las partes altas de las tuberías principales especialmente si estas son subterráneas para desalojar el aire que queda atrapado dentro de ellas y también para romper el vacío permitiendo la entrada del aire cuando se detiene el Sistema.

Las válvulas aliviadoras de presión tienen como finalidad proteger la línea de conducción principal de repentinos excesos de presión causados por un cierre rápido de algún hidrante o válvula, y son colocados frecuentemente en los extremos de la línea principal.

Las válvulas de no retroceso ( flujo en un solo sentido) o válvulas check son dispositivos de control usados en el lado de descarga de la bomba para impedir el vaciado de la línea principal que se encuentre en posición más alta que la bomba cuando esta deja de operar.

Las válvulas especiales de control de flujo y presión son algunas veces empleadas en los sistemas para lograr un control adicional sobre el gasto que entra el Sistema. Frecuentemente este tipo de válvulas son automatizadas mediante dispositivos eléctricos con la finalidad de ahorrar costos de operación.

Las válvulas de codo a 90 grado también llamadas válvulas “ele” son válvulas de tipo vertical las cuales controlan el gasto de agua que entran a la línea lateral.

Estas válvulas conectan sobre el hidrante de la tubería principal y mediante un mecanismo especial abren el hidrante y pasan el flujo del agua hacia dentro de la tubería lateral.

Una variante de este tipo de válvulas son las válvulas te, las cuales pueden conectar líneas laterales en direcciones opuestas a un mismo tiempo.

Los hidrantes son dispositivos de control acoplados sobre las línea principal que sirven como tomas de agua sobre las cuales accionan las válvulas de campo. Estas partes son esenciales en la mayoría de los sistemas de riego pues permiten hacer la toma del agua en un sitio específico del campo.

Los hidrantes pueden ser acoplados de diferentes formas dependiendo del tipo de tubería y su colocación en el campo. Para tuberías de aluminio los hidrantes son directamente soldados y para tuberías subterráneas de PVC y asbestos-cemento se emplean conexiones de acero recubiertas de un tratamiento epóxico .

Los componentes o partes de los sistemas de riego mostrados este inciso han sido escogidos selectivamente, tratando de dar una idea sobre los mismos al lector , sin embargo se deja al estudiante indagar sobre otros tipos de componentes que no fueron presentados aquí con el objeto de que complemente la información presentada en este texto.

#### **6.4.2. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN**

Los sistemas de aspersión pueden ser clasificados de muy diferentes formas, pero la clasificación de acuerdo a su portabilidad es especialmente útil. Un Sistema completamente portátil emplea líneas de conducciones principales, líneas laterales y aspersores que son portátiles.



Los sistemas semipermanentes emplean líneas de conducción principales estacionarias. Los sistemas permanentes son aquellos que permanecen en una sola posición en el campo durante toda la estación de cultivo.

### **6.4.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN**

Debido a que el agua bajo un sistema de riego por aspersión es distribuida en forma de un chorro en movimiento, algunas ventajas y desventajas le resultan inherentes.

#### **Ventajas**

Un control efectivo sobre la cantidad y tasa de aplicación del agua es provisto en la mayoría de los sistemas de aspersión al ser diseñados a una tasa de aplicación menor o igual que la tasa de infiltración básica del suelo. Los sistemas de aspersión son así de adaptables a:

- Suelos de textura variable
- Cultivos que requieren de ligeras pero frecuentemente de aplicaciones
- Suelos con bajas capacidad de retención
- La superficie del suelo no necesitan ser uniformemente nivelada de tal manera que:
  - La nivelación de la superficie del campo es eliminada o reducida
  - Terrenos con una topografía ondulada pueden ser utilizados.
  - La tierra puede ser puesta rápidamente dentro de producción.
  - Es adaptable a suelos poco profundos que no pueden ser nivelados.
  - Los gastos pequeños pueden ser usados eficientemente.
  - Acequias, canales, etc. Pueden ser eliminados.
  - Buenas eficiencias de riego son usualmente posibles.
  - Una relativa eficiencia en la aplicación de sustancia químicas con el agua de riego es posible.

- Las operaciones de labranza son agilizadas
- Los riesgos de erosión son minimizados.
- La mano de obra es reducida.
- Puede ser poco especializada para operar estos sistemas.

#### **Desventajas.**

- La inversión inicial puede ser grande.
- El viento distorsiona el patrón de esparcimiento del agua arrojada por el aspersor y puede resultar en grandes pérdidas por evaporación.
- Los insecticidas pueden ser lavados del follaje de las plantas.
- Un daño en la floración puede ocurrir (y por lo tanto puede reducir la cantidad de frutos), también como enfermedades o reducción de la calidad de fruto.
- El sistema requiere para su mejor utilización condiciones de continuo suministro de agua.
- Se presentan problemas de tracción en algunos sistemas móviles debido a suelos arcillosos.
- El agua de alta salinidad puede causar problemas en las plantas.
- Los sistemas de aspersión son generalmente sistemas que requieren de un uso intensivo de energía.

### **6.5. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL DISEÑO AGRONÓMICO.**

El objetivo de riego es suministrar a los cultivos, en forma eficiente y sin alterar la fertilidad del suelo, el agua adicional o la precipitación que necesitan para su crecimiento óptimo y cubrir las necesidades de lavado de sales de forma que se evite su acumulación en el perfil del suelo, asegurando la sostenibilidad del regadío.

El diseño agronómico es parte fundamental del proyecto de riego, presentando ciertas dificultades, tanto de tipo conceptual como de cuantificación de ciertos parámetros, por el gran número de condicionantes que ha de tener en cuenta (suelo, clima, cultivos, parcelación, etc.).

Se puede determinar que este se desarrolla en tres fases:

- Estimación de las necesidades de agua de los cultivos.
- Determinación de los parámetros de riego: dosis, frecuencia o intervalo entre riegos, durante del riego, numero de emisores por postura, caudal necesario, etc.
- Disposición de los emisores en el campo.

### **6.5.1 CAPACIDAD DE CAMPO, CC.**

La capacidad de campo de un suelo representa el contenido de humedad que alcanza cuando, una vez completamente humedecido, se deja drenar libremente durante uno o varios días.

Puesto que la gran mayoría de los suelos no drenan hasta que tienen retenida una determinada cantidad de agua y luego la mantienen indefinidamente, la definición de capacidad de campo esta idealizada y el concepto es más cierto en suelos de textura gruesa.

$$\theta_{cc} = (0.48 * \%Arcilla + 0.162 * \%Limo + 0.023 * \%Arena + 2.62)da$$

### **6.5.2 PUNTO DE MARCHITAMIENTO (PMP).**

Se llama punto de marchitamiento permanente de un suelo, al contenido de humedad bajo el cual se marchita una planta en crecimiento.

Al igual que la capacidad de campo, no es una constante del suelo ni solo depende de él. No hay un valor único del contenido de agua para el que las plantas dejan de

extraerla. Por ejemplo, una planta sometida a una baja demanda evaporativa puede extraer más agua de un suelo que si la demanda es mayor porque dispone de más tiempo para absorber el agua. Por el contrario, si las exigencias atmosféricas son más elevadas puede marchitarse temporalmente con un contenido en agua superior al del punto de marchitez.

Su valor puede estimarse:

A partir de la expresión.

$$\theta_{pmp} = (0.302 * \%arcilla + 0.102 * limo + 0.147 * arena)da$$

### **6.5.3 DETERMINACIÓN DEL AGUA ÚTIL AU.**

Es la diferencia entre el contenido de humedad a la capacidad de campo y el del punto de marchitez

$$AU = \theta_{cc} - \theta_{pmp}$$

### **6.5.4 DÉFICIT DE HUMEDAD DE CAMPO DHC.**

Es la diferencia entre el contenido de humedad a la capacidad de campo y el contenido real de humedad en el suelo.

### **6.5.5 DETERMINACIÓN DÉFICIT DE HUMEDAD ADMISIBLE DHA.**

Puesto que la planta puede llegar a la marchitez con una humedad en el suelo relativamente alta en condiciones de demanda evaporativa alta, no debe dejarse que el contenido de humedad del suelo llegue al límite inferior del agua útil.

Se define como déficit de humedad admisible, la máxima disminución de la humedad permitida por debajo de la capacidad de campo. Es decir

$$DHA = \infty z AU(mm)$$

Siendo  $\alpha$  un coeficiente que depende del cultivo, de su estado vegetativo y del sistema de riego,  $z$  la profundidad radicular (m) y expresando el agua útil en mm/m.

#### **6.5.6. ASCENSO CAPILAR AC.**

Es la contribución del agua del subsuelo cuando el nivel freático es alto. Su evaluación es también difícil e imprecisa, dependiendo del potencial de evapotranspiración, de la textura del suelo y de la profundidad del nivel freático por debajo de las raíces. A falta de medidas *in situ* puede considerarse un aporte de 1mm/día con las siguientes del nivel freático: 50 cm en suelo de textura gruesa, hasta 120 cm con texturas medias y hasta 90 cm con finas.

#### **6.5.7. DISMINUCIÓN MÁXIMA DEL AGUA ÚTIL A.**

Cuando el cultivo presenta una elevada demanda de agua deben darse además las condiciones para que la extracción del suelo sea más fácil. Como la fuerza con el suelo retiene al agua aumenta al disminuir la cantidad retenida, se comprende que los valores de  $\alpha$  deban ser tanto menores cuantos mayores sean la evapotranspiración y la sensibilidad del cultivo a la falta de agua.

#### **6.5.8. COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD DE EMISIÓN (EU)**

Es muy difícil, por no decir imposible, dar un riego de manera que el agua aplicada lo sea de modo uniforme; siempre habrá diferencias dentro de la superficie regada.

La bondad de distribución de agua se mide con el coeficiente de uniformidad,  $Eu$ , que se define para un riego localizado como:

$$Eu = q_{25}/q$$

Cálculo de la Evapotranspiración de referencia mediante la fórmula de Hargreaves y Samani

Recibe el nombre de evapotranspiración (o uso consuntivo de agua) a la cantidad de agua transpirada por el cultivo y evaporada desde la superficie del suelo en donde se asienta el cultivo. Cabe distinguir dos formas de evapotranspiración:

- Evapotranspiración máxima. Es la cantidad de agua consumida, durante un determinado período de tiempo, en un suelo cubierto de una vegetación homogénea, densa, en plena actividad vegetativa y con un buen suministro de agua.
- Evapotranspiración real. Es la cantidad de agua realmente consumida por un determinado cultivo durante el período de tiempo considerado.

La fórmula de Hargreaves (Hargreaves y Samani, 1985) es un modelo que permite evaluar la evapotranspiración de referencia con datos de temperatura y de radiación solar.

La expresión general es la siguiente:

$$ET_o = 0.0135 * (t_{med} + 17.78) R_s$$

Dónde:

ET<sub>0</sub> = evapotranspiración referencia diaria, mm/día

t<sub>med</sub>= temperatura media, °C

R<sub>s</sub>= radiación solar incidente, mm/día

#### **6.5.9. DETERMINACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL O DE CULTIVO PARA LA MÁXIMA DEMANDA**

$$ET_r = ET_o * k_c$$

#### **6.5.10. CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN EFECTIVA PEF**

$$P_{ef} = P * 0.8$$

Donde,

P, precipitación; mm día-1

#### **6.5.11. INTERVALO DE RIEGO**

El espaciamiento de los riegos es un factor que depende fundamentalmente del cultivo, el suelo y el clima. No existe un intervalo fijo óptimo, y dado que el objetivo del riego es satisfacer las necesidades del cultivo en forma idónea, habrá que mantener la humedad del suelo es un punto tal que permita una alta transpiración a la planta. Esto significa que habrá que variar el intervalo según la época del año.

La frecuencia de riego a tener en cuenta en el proyecto de riego aspersión es la que corresponde a los días de mayores necesidades del cultivo, y será:

$$F_r = \frac{D_{max}}{T_r}$$

#### **6.5.13. TURNOS DE RIEGO**

Al ser el riego por aspersión más fácil de automatizar y requerir menos mano de obra que otros sistemas, debe tratar de emplearse el máximo tiempo posible en regar. Esto es particularmente importante en las grandes instalaciones en que, de acuerdo con las necesidades del cultivo, puede dividirse la instalación en varios sectores de riego simultaneo que permitirán abaratar el coste de la misma, al tener que utilizar caudales menores y, en consecuencia, diámetros menores y grupos de impulsión de menos potencia.

El número de sectores de turnos de riego que se adoptaran dependerán, por, tanto, en gran parte del horario de riego disponible, y será:

$$N \leq \frac{F_r \times h}{t_r}$$

Siendo h el número de horas de riego disponibles, cuyo máximo y deseable valor será 24.

El dimensionado de las tuberías de una instalación de riego por aspersión se hace siguiendo el recorrido inverso del agua: es decir empezando por los ramales más alejados, siguiendo con las tuberías terciarias, secundarias, principales y terminando en el cabezal.

Debe analizarse en cada proyecto la situación real que se presenta y asignar unos objetivos que serán las condiciones a que habrá de ajustarse el diseño.

#### **6.5.14. DETERMINACIÓN DEL AGUA DISPONIBLE PARA LAS PLANTAS O LÁMINA REAL**

$$LR = \left( \frac{\theta_{cc} - \theta_{pmp}}{100} \right) * H$$

#### **6.5.15. DETERMINACIÓN DE LA LÁMINA AGUA PARA EL PRIMER RIEGO**

$$L_{riego1} = \frac{LR}{E_f}$$

#### **6.5.16. DETERMINACIÓN DE LA LÁMINA NETA DE RIEGO**

$$LN = LR \left( \frac{NAP}{100} \right)$$

Donde,



Efa, eficiencia de aplicación del riego; 0.8

Se ha empleado el término ETP (Evapotranspiración Potencial) para definir la capacidad evaporativa de un ambiente dado y, en consecuencia, sería el clima existente quien determina la tasa de ET.

#### **6.5.17. DETERMINACIÓN DEL VALOR CONTENIDO DE AGUA CORRESPONDIENTE AL 75% DEL NAP CON RESPECTO AL AGUA DISPONIBLE DE ENTRE CAPACIDAD DE CAMPO Y PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE**

$$ADx = \frac{\theta_x - \theta_{pmp}}{\theta_{cc} - \theta_{pmp}}$$

$$ADx = 100 - NAP$$

#### **6.5.18. DETERMINACIÓN DE LA LÁMINA BRUTA DE RIEGO (PARA EL SEGUNDO RIEGO EN ADELANTE)**

$$LB = \frac{LN}{Ef}$$

#### **6.5.19. DETERMINACIÓN DE LA FRECUENCIA DE RIEGO**

$$Fr = \frac{LB}{ETr}$$

#### **6.5.20. DETERMINACIÓN DE LA TEXTURA Y ESTIMACIÓN INDIRECTA DE LA VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN CON EL TRIÁNGULO DE TEXTURA**

La textura del suelo corresponde a franco arcilloso y se ubica en una categoría de excelente con respecto a la velocidad de infiltración con valores aproximadamente mayores o iguales a  $6 \text{ mm h}^{-1}$ .

- Determinación de los parámetros de riego: dosis, frecuencia o intervalo entre riegos, durante del riego, numero de emisores por postura, caudal necesario, etc.
- Disposición de los emisores en el campo.

## **6.6 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN**

### **6.6.1. CÁLCULO DE LA TUBERIA LATERAL**

Datos del aspersor dados por el fabricante

Con el dato del diámetro de humedecimiento del emisor se obtiene el área de humedecimiento respectiva.

Otros datos también son:

Coeficiente de variación por fabricación (CV): 0.05

Exponente de descarga del emisor (X): 0.5

Determinación de la pluviometría del micro aspersor y comprobación de su valides con respecto a la velocidad de infiltración

$$\text{Pluviometría (mm h}^{-1}\text{)} = \frac{\text{Caudal del emisor (l/h)}}{\text{Area de riego del emisor (m}^2\text{)}}$$

### **6.6.2. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE EMISORES**

Después de varias investigaciones se ha llegado a la conclusión de que el número emisoros por planta depende del porcentaje de humedecimiento que estos proporcionen al área que ocupa una planta dependiendo de su marco de plantación.

Por lo tanto este parámetro debe ser como mínimo un 30% del total del área que ocupa una planta para que la producción no se vea comprometida por un déficit hídrico. En nuestro caso:

### **6.6.3. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE K DE DESCARGA DEL ASPERSOR**

$$Q = kh^x$$

$$k = \frac{Q}{h^x}$$

### **6.6.4. DETERMINACIÓN DE TOLERANCIA DE CAUDAL Y PRESIÓN DEL ASPERSOR**

Coeficiente de uniformidad por factores constructivos:

$$CU_{fc} = \left(1 - \frac{1.27CV}{\sqrt{ne}}\right)$$

Coeficiente de uniformidad por factores hidráulicos:

$$CU_{fh} = \frac{Q_{mp}}{Q_n}$$

Coeficiente de uniformidad total (eficiencia del sistema de riego):

$$CU_T = \left(1 - \frac{1.27CV}{\sqrt{ne}}\right) \frac{Q_{mp}}{Q_n}$$

Reemplazando en CUT:

$$0.9 = \left(1 - \frac{1.27 * 0.05}{\sqrt{1}}\right) \frac{Q_m}{31}$$

#### **6.6.5. DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD POR FACTORES CONSTRUCTIVOS E HIDRÁULICOS**

$$CU_{fc} = \left(1 - \frac{1.27CV}{\sqrt{ne}}\right)$$

$$CU_{fh} = \frac{Q_{mp}}{Q_n}$$

Donde:

CU<sub>fc</sub>, coeficiente de uniformidad por factores constructivos

CV, coeficiente de variación por fabricación (categoría A, CV<5% y categoría B, 5%≤CV<10%)

ne, numero de emisores

Q<sub>mp</sub>, caudal del emisor sometido a menor presión

Q<sub>n</sub>, caudal promedio o nominal

#### **6.6.6. CALCULO DE LAS NECESIDADES DE AGUA DE LOS CULTIVOS.**

La determinación de las necesidades de agua se la puede hacer por dos métodos: directo e indirectos.

Método directo. Este método se lo realiza por medio del lisímetro que es un recipiente con un volumen y peso controlado de suelo, donde se siembra un cultivo y se lo maneja lo más parecido como si estuviera en el campo, permanentemente se monitorea el agua consumida y perdida por evapotranspiración durante un periodo determinado. Es un método costoso, por lo que se utiliza solo en centros de educación superior e institutos de investigaciones.

Método indirecto. Este método estima la evapotranspiración a partir de datos meteorológicos. En obra destacaremos los métodos (Hargreaves y Samani); (Vega); (Tanque-Fao y Penman-Monteith).

#### **6.6.7. DISEÑO HIDRÁULICO DE LA TUBERÍA PORTA LATERAL PARA EL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN**

Perdidas de carga con Darcy-Weisbach  $H_f = \left(0.0826f \frac{LQ^2}{D^5}\right) F_{sm}$

Dónde:

f, factor de fricción

L, longitud de la tubería, (m)

Q, caudal de la tubería, (m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>)

D, diámetro de la tubería, (m)

F<sub>sm</sub>, factor de salidas múltiples

Dónde:

K, rugosidad absoluta de la tubería (PE, 0.00095 cm y PVC, 0.00015 cm)

D, diámetro de la tubería, (m)

Re, numero de Reynolds

Siendo:

$$Re = \frac{vD}{\nu}$$

Dónde:

V, velocidad del agua en la sección, (m<sup>2</sup> s<sup>-1</sup>)

D, diámetro de la tubería, (m)

υ, viscosidad cinemática del agua, 0.00000115 (m<sup>2</sup> s)

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

Dónde:

En cintas de exudación  $F_{sm} = 0.5$

m, exponente de la ecuación de Darcy, (2, en riego localizado  $m=1.75$ )

n, número de salidas en el lateral (goteros y/o micro aspersores) o en la múltiple (laterales)

Factor de fricción

$$f = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \frac{K/D}{3.7} + \frac{2.51}{Re^{0.9}} \right) \right]^2}$$

Numero de Reynolds

$$Re = \frac{vD}{\nu}$$

Factor de salidas múltiples

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

#### 6.6.8. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE LATERALES

Se determina paralelamente con la longitud de la tubería múltiple cuando se hace el ajuste respectivo en la tolerancia de caudales y presiones)

$$N^{\circ} \text{ laterales} = \frac{\text{Longitud de la multiple}}{\text{Espaciamiento de los laterales } (\cong \text{ coincide con la distancia entre las hileras)}}$$

$$\begin{aligned} & \text{Volumen de agua aplicada al modulo para el primer riego} \\ &= \frac{\text{Área de humedecimiento de riego del modulo}}{\text{Lriego1}} \end{aligned}$$

#### **6.6.9. TIEMPO PARA EL PRIMER RIEGO DEL MODULO**

$$\text{Triego1} = \frac{\text{Volumen de agua aplicada al modulo para el primer riego}}{\text{Caudal del modulo de riego}}$$

#### **6.6.10. VOLUMEN DE AGUA APLICADA AL MÓDULO A PARTIR SEGUNDO RIEGO**

$$\begin{aligned} & \text{Volumen de agua aplicada al modulo a partir d el segundo riego} \\ &= \frac{\text{Área de humedecimiento de riego del modulo}}{\text{LB}} \end{aligned}$$

#### **6.6.11. TIEMPO PARA EL SEGUNDO RIEGO EN ADELANTE DEL MODULO**

$$\text{Triego2-n} = \frac{\text{Volumen de agua aplicada al modulo a partir del segundo riego}}{\text{Caudal del modulo de riego}}$$

### **6.7. DETERMINACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE CARGAS TOTALES DEL SISTEMA**

$$\begin{aligned} H_t = & H_{f_{\text{lateral}}} + H_{f_{\text{multiple}}} + H_{\text{emisor}} + H_{\text{singularidades}} + H_{\text{diferencia de cotas}} \\ & + H_{\text{succion bomba}} \end{aligned}$$

$$H_t' = H_{f_{\text{lateral}}} + H_{f_{\text{multiple}}} + H_{\text{emisor}} + H_{\text{diferencia de cotas}} + H_{\text{succion bomba}}$$

$$H_t' = H_{f_{lateral}} + H_{f_{multiple}} + H_{emisor} + H_{diferencia\ de\ cotas} + H_{succion\ bomba}$$

$$H_t' = 0.74 + 0.48 + 14.8 + 0 + 0$$

## 6.8. DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA DE BOMBEO TEÓRICA

$$PB = 1000 \frac{Q_t * H_t}{76.2 * \eta}$$

Con los datos de caudal y perdidas de carga totales se confirma en el mercado la existencia de la bomba seleccionada, por ejemplo se muestran las curvas de una serie de bombas Pedrollo

## 7. BENEFICIARIO.

Mediante el desarrollo de la presente propuesta, el sistema de riego beneficiara a las áreas de productividad no solo a las instalaciones de la facultad de Ingeniería Agrícola de la parroquia Lodana, beneficiara a las comunidades circundantes, por el desarrollo productivo que representa la adecuada utilización del recurso hídrico, para el desarrollo agrícola.

## 8. METODOLOGÍA.

### 8.1. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO.

En presente proyecto de riego por aspersión para uso agrícola está ubicado en terrenos pertenecientes a la Facultad de Ingeniería en la parroquia Lodana del Cantón Santa Ana, con un área de influencia de 3.5 hectáreas.



El sistema de riego que se instalara permitirá darle diversos usos relacionados con la actividad agropecuaria de la comunidad estudiantil y todo el sector en general.

## **8.2. LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO.**

Para el desarrollo del levantamiento planimétrico se hizo uso del GPS, por medio del que se obtuvo datos de las coordenadas del área donde se estructuro el sistema de riego por aspersión; estas coordenadas sirvieron como punto de partida para la determinación del área exacta del proyecto, orientando la selección de equipos y materiales a emplear.

## **8.3. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS HIDROFISICOS DEL SUELO.**

Se realizó una calicata donde se observó la profundidad del suelo y se tomaron muestras de suelo a una profundidad de 1,5 cm. Las muestras fueron llevadas al laboratorio de INIAP, Pichilingue, para su respectivo análisis.

Las características del suelo que se determinaron para el diseño del sistema de riego fueron:

- Textura.
- Densidad Aparente.
- Capacidad de Campo.
- Punto de Marchitez Permanente
- Velocidad de Infiltración.

## 9. RECURSOS A UTILIZAR.

### Talento humano.

- Director de Tesis.
- Estudiantes de la Facultad de Ingeniería Agrícola.
- Docentes de la Facultad de Ingeniería Agrícola.

### Recursos materiales.

- Materiales de oficina.
- Computadoras.
- Fotocopiadoras.
- Equipos informáticos.
- Bombas
- Tuberías
- Acoples
- Derechos de grado.
- Transporte.

### Recursos financieros.

Estamos presentando a continuación los siguientes valores:

#### DETALLES DE MATERIALES

| DESCRIPCION                               | CANT. | P.UNIT. | TOTAL   |
|-------------------------------------------|-------|---------|---------|
| Tubos de 90mm X 0.63 MPA X 6 MTS          | 30    | 15.25   | 457.50  |
| Tubos de 75mm X 0.63 MPA X 6 MTS          | 40    | 11.20   | 448.00  |
| Tubos de 63mm X 0.63 MPA X 6 MTS          | 210   | 7.50    | 1575.00 |
| Codos PVC de 63 mm X 2" c/rosca           | 26    | 5.00    | 130.00  |
| Tee PVC de 63mm X 2" tipo universal       | 30    | 6.00    | 180.00  |
| Llaves PVC de 2" tipo universal           | 56    | 15.00   | 840.00  |
| Crucetas de 110 mm X 63 mm                | 12    | 20.00   | 240.00  |
| Acoples rápidos de 2" en aluminio         | 56    | 9.00    | 504.00  |
| Campana reductoras de 110mm y 90mm        | 2     | 5.00    | 10.00   |
| Elevadores PVC de 1.20 mts X 2"           | 56    | 5.00    | 280.00  |
| Cimentación, fundición postes de concreto | 56    | 12.00   | 672.00  |

|                                                                                                                 |             |                |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------|----------------|
| Válvulas de aire triple acción 2"                                                                               | 1           | 140.00         | 140.00         |
| Válvula de aire de 1"                                                                                           | 4           | 30.00          | 120.00         |
| Zanja retroexcavadora 1870mts.                                                                                  | 62<br>horas | 30.00          | 1860.00        |
| Kalipega                                                                                                        | 10lts.      | 12.00          | 120.00         |
| Cañones SIMEX DUPLEX PC-RH2"                                                                                    | 5           | 300.00         | 1500.00        |
| Manómetro en aceite de glicerina de 200 PSI                                                                     | 1           | 40.00          | 40.00          |
| Teflón industrial                                                                                               | 10          | 1.50           | 15.00          |
| Provisión, replanteo e instalación del equipo<br>propuesto, transporte de materiales, movilización<br>y prueba. | 5           | 300.00         | 1500.00        |
| Bomba de 4 x 3 de 13HP                                                                                          | 1           | 1299.00        | 1299.00        |
| Manguera de succión 4PLG                                                                                        | 5           | 14.00          | 70.00          |
| Adaptador de 90 x 3 macho                                                                                       | 1           | 3.00           | 3.00           |
| <b>TOTAL</b>                                                                                                    |             | <b>2290.45</b> | <b>12003.5</b> |

## 10. EJECUCION DEL PROYECTO

Este proyecto de tesis se desarrolló con la finalidad de tener una área de pastoreo irrigada mediante un sistema de riego por aspersión, aplicando conocimientos y estrategias para el diseño e instalación que demanda este tipo de obras de alta tecnología y además como un puente para que futuras generaciones estudiantiles se sientan motivadas a utilizar esto como una herramienta de aprendizaje en su formación, mediante prácticas en diseño y funcionamiento de un sistema de riego presurizado.

Esta etapa del proyecto demanda entregar la lista de actividades desarrolladas para el funcionamiento del mismo las cuales se detallan a continuación.

### 10.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

Se realizó el levantamiento topográfico con GPS donde se ubicó el sistema de riego.



## **10.2 ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL SUELO**

Se realizó una calicata de 1 m por 2 m por 1.50 m se observó la profundidad del suelo y se tomaron muestras, a una profundidad de 60 cm, las muestras fueron llevadas al laboratorio para realizar los análisis pertinentes para el diseño del sistema riego las características de suelos que se determinaron fueron las siguientes:

- Textura.
- Densidad Aparente.
- Capacidad de Campo.
- Punto de Marchitez Permanente
- Velocidad de Infiltración

En lo que respecta a los análisis químicos se tomaron muestras que fueron llevadas al laboratorio de INIAP, Pichilingue, para su respectivo análisis y los resultados fueron las siguientes características:

|    |    |
|----|----|
| Ph | P  |
| Mo | Ca |
| Ce | Mg |
| N  | S  |

## **10.3 DISEÑO DE SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION**

Los cálculos para el diseño del sistema de riego por aspersión se efectuaron en base a las necesidades hídricas del pasto, considerando las propiedades y características hidroficas del suelo.

## **10.4 CALCULOS DE LAS NECESIDADES HÍDRICAS EL PASTO**

Las necesidades hídricas del pasto se calculó con el método de la cubeta evaporimetra. Los datos utilizados en el cálculo se obtuvieron de la estación

meteorológica de Portoviejo - UTM, (jardín botánico) de la serie 2005 -2013. Mediante la siguiente formula.

$$E_{to} = K_p * E_p$$

Para el cálculo de la evapotranspiración del cultivo ( $E_{tc}$ ) se utilizó la siguiente formula.

$$ET \text{ (cultivo)} = E_{to} * K_c$$

Dónde:

$E_{tc}$ = Evapotranspiración de cultivo expresada en mm

$E_{to}$ = Evaporación del cultivo de referencia, expresada en mm por día

$K_c$ = Coeficiente de cultivo

## 10.5 CÁLCULO DEL DISEÑO AGRONÓMICO

### 10.5.1 DOSIS DE RIEGO.

Se realizó el cálculo de la dosis de riego con la siguiente formula

$$D_n = 100 * H * D_a * (C_c - P_m) * f$$

Dónde

$D_n$  = Dosis neta expresada en m<sup>3</sup>/ha

$H$  = Profundidad de las raíces, en m

$D_a$  = Densidad Aparente del suelo.

$C_c$  = Capacidad de campo, expresado en porcentaje en peso de suelo seco.

$P_m$  = Punto de marchitamiento, expresado en porcentaje en peso de suelo seco.

$f$  = Fracción de agotamiento del agua disponible, expresado en tanto por uno.

### 10.5.2 DETERMINACIÓN DE DOSIS TOTAL

La dosis total se calculó considerando la eficiencia de aplicación con la siguiente formula.

$$Dt = \frac{Dn}{Ea}$$

**Dónde:**

**Dt** = Dosis total expresada en m<sup>3</sup>/ha

**Dn** = Dosis neta expresada en m<sup>3</sup>/ha

**Ea** = Eficiencia de aplicación del sistema de riego, Aspersión (0,7).

### 10.5.3 INTERVALO DE RIEGO.

Para el cálculo de intervalo de riego se consideró la evapotranspiración del cultivo ETc y se lo realizó con la fórmula:

$$ir = \frac{Dn}{ET(cultivo)}$$

**Dónde:**

**ir** = Intervalo o frecuencia de riego

**Dn** = Dosis neta expresada en mm (lamina)

**ET (Cultivo)** = Evapotranspiración de cultivo, expresado en milímetro/día

### 10.5.4 Caudal necesario.

El caudal de agua necesario se la determino con la siguiente formula.

$$Q = 10 * \frac{S * Dt}{ir * T}$$

**Dónde:**

**Q** = Caudal necesario, en m<sup>3</sup>/Hora

**S** = Superficie regada, en ha. (3,5 ha.)

**Dt** = Dosis total, en mm de altura de agua.

**ir** = Número de días empleado en regar, dentro del intervalo de riego.

**T** = Tiempo de riego en Horas /días

Ver anexo 3

### **10.5.6 ELECCIÓN DEL ASPERSOR.**

Considerando la pluviometría inferior a la velocidad de infiltración estabilizada y obteniendo una buena uniformidad en el reparto del riego, se hizo la elección del aspersor.

#### **CAÑONES SIMEX DUPLEX PC-RH2**

|                          |    |
|--------------------------|----|
| <b>Presión (PSI)</b>     | 40 |
| <b>Caudal (GPM)</b>      | 22 |
| <b>Diámetro a 0,50 m</b> | 60 |

### **10.5.7 CALCULO DE INTENSIDAD PLUVIOMETRÍA DEL ASPERSOR**

La Intensidad pluviométrica se calculó con la siguiente formula

$$I = \frac{227,12 * Q(GPM)}{E.LAT * E.ASP} = mm/H$$

**I** = Intensidad pluviométrica

**Q** = Caudal del aspersor en galones por minuto

**ELat** = Espaciamiento entre laterales

**EAsp** = Espaciamiento entre aspersores

## **10.6 CALCULO PARA EL DISEÑO HIDRAULICO**

### **10.6.1 CALCULO DE LA PERDIDA DE CARGA POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA PRINCIPAL**

Se utilizó el procedimiento de Hanzzen - Williams que se encuentra en las tablas de cálculo de perdida de carga.

Para calcular la pérdida de carga por fricción se utilizó la siguiente formula.

$$H_{fp} = J * L, \text{ en mca}$$

### **10.6.2 CALCULO DE LAS PÉRDIDAS TOTALES**

Para determinar las cargas de pérdidas totales se utilizó la siguiente formula.

$$HDT = H_f (\% H_f), \text{ en mca}$$

### **10.6.3 CALCULO DE EQUIPO DE BOMBEO**

Los requerimientos de la potencia de la bomba se calcularon con la siguiente formula

$$P = 1000 * Q * CDT / 75 * E_f$$

**Dónde:**

P=Potencial dela bomba hp

Q=caudal total m<sup>3</sup>/s

CDT=presión manométrica

E<sub>f</sub>=eficiencia del equipo



## **10.7 INSTALACION DEL SISTEMA DE RIEGO**

Fundamentando el cálculo del diseño agronómico e hidráulico se procedió a la instalación del sistema de riego para el cultivo de pasto en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Técnica de Manabí en la parroquia Lodana.

Para la elección de la tubería se consideró que el valor del diámetro interno de esta es menor al encontrado por lo tanto se seleccionó una tubería de 90mm.

La entrega del proyecto se llevó a cabo mediante una prueba del sistema de riego en funcionamiento.



## **11. PRESENTACIÓN Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS.**

### **11.1. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO.**

El desarrollo del trabajo comunitario se lo presento en la parroquia Lodana, del cantón Santa Ana, de la provincia de Manabí, tomando como lugar de estudio las instalaciones de la facultad de Ingeniería Agrícola.

Con las siguientes coordenadas:

X: 0567860

Y: 9870918

Msnm: 64

El abastecimiento de agua para el riego se lo realiza directamente del canal del margen izquierdo, el cual circula agua constantemente por lo que no es necesario hacer obras adicionales para almacenamiento del agua.

## **11.2. LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO.**

El levantamiento planimétrico se lo realizó con GPS que nos permitió determinar el área total del terreno y la superficie para la instalación del sistema de riego.

Debido a la calidad de la Energía Eléctrica de la Zona del Proyecto de manera inicial se ha considerado que a efectos de no emplear mayor consumo de energía y, por ende en una mayor potencia del sistema de bombeo a instalarse, se plantea el diseño espacial del sistema para de módulos de riego con las respectivas válvulas de control para el riego. Ver anexo 1

## **11.3. PARÁMETROS HIDROFÍSICOS DEL SUELO.**

En base a los análisis físicos del suelo realizados en el área de estudio se determinó que estos suelos presentan las siguientes características: textura franco arcilloso la densidad aparente es de 1,29 gr/cm<sup>3</sup> la capacidad de campo es de 35% el punto de marchitez permanente es de 20% y la velocidad de infiltración estabilizada esta por el orden de 6mm/día. Las muestras fueron llevadas al laboratorio de INIAP, Pichilingue, para su respectivo análisis Ver anexo 2

## **11.4. DETERMINACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE CULTIVO.**

En la determinación de la climatología de la zona del proyecto se consideró los datos agro-meteorológicos de la estación meteorológica de Portoviejo-Jardín Botánico UTM, de una serie de 10 años del 2003 al 2013 en el cual se determinó que el mes de mayor consumo de agua es noviembre con una evaporación media mensual de 150,2 mm y una evapotranspiración diaria de cultivo de 4,00 mm

## 11.5. DISEÑO AGRONÓMICO.

Con los datos preliminares para el diseño se procedió a realizar el diseño agronómico con lo que se determinó una dosis neta de  $D_n = 193,50 \text{ m}^3/\text{ha}$  la cual al incorporar la eficiencia de aplicación asciende a una dosis total de  $D_t = 276,43 \text{ m}^3/\text{ha}$

Al considerar el mes de noviembre como el mes mayor Evapotranspiración 4,00 mm/días tiene que la frecuencia entre riegos será cada 6 días.

Para la elección del aspersor se consideró que la pluviometría de este no supere la velocidad de infiltración estabilizada 6mm/hora para evitar encharcamientos por lo que se escogió el aspersor “simex dúplex PC-RH” cuyo caudal es de 4996.7 l/hora en un radio de mojad de 42\* 42 lo que significa que se tendrá una pluviometría de 4.879 mm/hora valor que es inferior a la velocidad de infiltración estabilizada.

Una vez elegido el aspersor se determinó la duración del riego el cual es de 9.76 h que es igual a 09:46 horas. Ver anexo 3

## 11.6. DISEÑO HIDRÁULICO

Establecido el diseño agronómico se procedió hacer el diseño hidráulico del sistema, se consideró las fórmulas de Hazzen-Williams por la facilidad de cálculos y comprobación al utilizarlas. De acuerdo con el diseño espacial del sistema se tiene que con un distanciamiento de 42 m, entre laterales y 42 m, entre aspersores.

Al elegir el diámetro de las laterales se consideró que las pérdidas de carga entre el primero y el último aspersor no deben ser mayores del 20% de la presión de trabajo del aspersor por lo que al efectuar las respectivas comprobaciones de diámetros se tiene que con la tubería de 63 mm de diámetro se cumple tal condición. Además se calculó la tubería principal que es de 90 mm

Una vez definidos los diámetros de las tuberías se procedió a determinar las pérdidas de cargas totales en laterales, porta laterales y tubería principal utilizando las mismas ecuaciones de Hanzzen Williams. Ver anexo 4

## **12.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **12.1.-CONCLUSIONES.**

- Se determinó que, el suelo presenta entre su composición un 24% de arena, un 40% limo y un 36% arcilla, correspondiente a una textura franco arcilloso, la capacidad de campo es de 35 % y el punto de marchitez permanente (pmp) es de 20% con una densidad aparente de 1.29 gr/cm<sup>3</sup> y el proyecto tiene una área del terreno 3.5 hectáreas.
- El sistema de riego tiene una dosis neta de 193,50 m<sup>3</sup>/ha y una dosis total de 276,43 m<sup>3</sup>/ha, considerando una frecuencia entre riego de 6 días, mediante el uso de un aspersor “simex dúplex PC-RH” cuyo caudal es de 4996.7 l/hora en un diámetro de mojado de 60 m, los aspersores están dispuesto en cuadrados con una separación de 42 \* 42 m, con una intensidad pluviométrica de 1,77 mm/H, valor que es inferior a la velocidad de infiltración estabilizada (6 mm), la duración de irrigación será de 09:46 horas.
- El sistema de bombeo es de 13 HP, entrega un caudal de 16,13 m<sup>3</sup>/H una, y una energía de 2,23 **kw**, eficiencia del orden del 85 %.
- El sistema de riego por aspersión instalado es práctico y eficiente por cuanto puede ser operado por una sola persona ahorrando mano de obra.

### **12.2. RECOMENDACIONES.**

- Ejecutar el funcionamiento del sistema de riego por aspersión de forma secuencial, aplicando los procesos pertinentes y utilizando las prevenciones pertinentes con la finalidad de no dañar o alterar el funcionamiento del mismo.
- Evaluar de forma periódica la eficiencia del sistema de riego por aspersión con la finalidad de evitar posibles fallas o pérdida de capacidad o presión, priorizando un funcionamiento óptimo.

### **13. -SUSTENTABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD.**

La implementación de un sistema de riego por aspersión de cultivos se encuentra pertinentemente sustentada de forma técnica debido al desarrollo, aplicación y utilización de todos los criterios técnicos requeridos para el diseño agronómico e hidráulico, además de contar con la adquisición de materiales de alta duración que aumentaran su vida útil que generalmente en todo tipo de sistema de riego por aspersión utilizando PVC.

El desarrollo de este tipo de sistemas no solo beneficiara a la Universidad Técnica de Manabí, sino que servirá como punto de desarrollo para la colectividad, y para el desarrollo de futuras investigaciones debido al compendio teórico y técnico que se encuentran inmersas dentro del presente trabajo comunitario

La participación en el desarrollo de este tipo de proyectos permitió a los autores del proyecto aplicar los conocimientos que se han adquiridos a lo largo de la carrera directamente en su entorno laboral, demostrando su capacidad y habilidad para dar soluciones precisas, que el campo agrícola manabita lo requiere.

## 14.-CRONOGRAMA

| CRONOGRAMA                            |           |  |  |  |           |  |  |  |       |  |  |  |         |  |  |  |       |  |  |  |       |  |  |  |  |  |  |
|---------------------------------------|-----------|--|--|--|-----------|--|--|--|-------|--|--|--|---------|--|--|--|-------|--|--|--|-------|--|--|--|--|--|--|
| Actividades                           | Noviembre |  |  |  | Diciembre |  |  |  | Enero |  |  |  | Febrero |  |  |  | Marzo |  |  |  | Abril |  |  |  |  |  |  |
| Aprobación del anteproyecto           |           |  |  |  |           |  |  |  |       |  |  |  |         |  |  |  |       |  |  |  |       |  |  |  |  |  |  |
| Limpieza del terreno                  |           |  |  |  |           |  |  |  |       |  |  |  |         |  |  |  |       |  |  |  |       |  |  |  |  |  |  |
| Análisis de suelo                     |           |  |  |  |           |  |  |  |       |  |  |  |         |  |  |  |       |  |  |  |       |  |  |  |  |  |  |
| Elaboración del Marco Teórico         |           |  |  |  |           |  |  |  |       |  |  |  |         |  |  |  |       |  |  |  |       |  |  |  |  |  |  |
| Calculo y diseño del sistema de riego |           |  |  |  |           |  |  |  |       |  |  |  |         |  |  |  |       |  |  |  |       |  |  |  |  |  |  |
| Adquisición de materiales             |           |  |  |  |           |  |  |  |       |  |  |  |         |  |  |  |       |  |  |  |       |  |  |  |  |  |  |
| Instalación del sistema de riego      |           |  |  |  |           |  |  |  |       |  |  |  |         |  |  |  |       |  |  |  |       |  |  |  |  |  |  |
| Prueba del sistema de riego           |           |  |  |  |           |  |  |  |       |  |  |  |         |  |  |  |       |  |  |  |       |  |  |  |  |  |  |
| Elaboración del informe final         |           |  |  |  |           |  |  |  |       |  |  |  |         |  |  |  |       |  |  |  |       |  |  |  |  |  |  |
| Presentación ante el HCd              |           |  |  |  |           |  |  |  |       |  |  |  |         |  |  |  |       |  |  |  |       |  |  |  |  |  |  |
| Encuadernación                        |           |  |  |  |           |  |  |  |       |  |  |  |         |  |  |  |       |  |  |  |       |  |  |  |  |  |  |
| Sustentación                          |           |  |  |  |           |  |  |  |       |  |  |  |         |  |  |  |       |  |  |  |       |  |  |  |  |  |  |

## 15. BIBLIOGRAFIA

Abell, D., & Amon, J. (2010). *Procesos de riego*. Mexico: Graw - Hill.

Almanza Junco, A. R. (2013). *Riego por aspercion, una solucion para el cultivo*. Cataluña: Universidad Oberta.

Alvarez Perez, A. (2010). *Desde el diceño, procesos de cultivo y riego* . Mexico: Grawn Hill.

Alvarez, G., & Perez, P. (2011). *El cultivo intencivo y los procesos de riego*. Madrid: Mc. Graw Hill.

America, R. C. (2010). *Niños y niñas con un derechyo, Bajo un mismo dolor, El maltrato y sus diferentes caras*. Estados Unidos.

Arevalo Machado, V. J. (2012). *El cultivo en zonas rurales y los procesos de riego*. Quito - Ecuador: Universidad Tecnologica Israel.

Arevalo Machado, V. J. (2012). *El riego, una fuente de produccion en zonas aridas*. Quito - Ecuador: Universidad Tecnologica Israel.

Baca, G. (2010). *Evaluacion de los proces de aspercion*. Mexico: Graw Hill.

Benito Rovollo, L. (2011). *Cultivo y los procesos de irregacion*. Madrid.

Bernard, R. (2011). *Procesos de riego, capatacion y rendimiento idrico*. Madrid: Univercidad de Cevilla.

Berry, A. (2012). *Tipos de riego, procesos de cultivo, el riego por aspercion* . Europa: CORDES.

Bodie, Z., & Merton, R. (2001). *El cultivo y su relacion con el desarrollo de procesos de riego*. Prentice Hall.

Bolzan, H. E., Spatola, J., & Chiera, A. (2010). *Prevalencia del proceso de riego por aspercion*. Argentina: Asociaci3n de odontologia Argentina.

Bongiovanni, R., & Giletta, M. (2010). *procesos de riego por aspercion, ventajas y desventajas*. Buenos Aires: Asociacion Argentina de Economia Agraria.

Campina, G. (2010). *Los procesos de dise1o de sistema de riego*. Cevilla.

Campi1a, G., & Fernandez, M. (2010). *sistemas de riego y su relacion con el rendimiento del cultivo*. Ecuador: Don Bosco.

CAPIG. (2010). *los cultivos en las zonas urbanas y los procesos de cuidado y riego*. Quito: Camara de la Peque1a Industria de Guayas.



# ANEXOS

CUADRO DE CONSTRUCCION

| Nº | Numero | Distancia | Y     | CONSTRUCCION | APROXIMACION |
|----|--------|-----------|-------|--------------|--------------|
| 1  | 1      | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 2  | 2      | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 3  | 3      | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 4  | 4      | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 5  | 5      | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 6  | 6      | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 7  | 7      | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 8  | 8      | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 9  | 9      | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 10 | 10     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 11 | 11     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 12 | 12     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 13 | 13     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 14 | 14     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 15 | 15     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 16 | 16     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 17 | 17     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 18 | 18     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 19 | 19     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 20 | 20     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 21 | 21     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 22 | 22     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 23 | 23     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 24 | 24     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 25 | 25     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 26 | 26     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 27 | 27     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 28 | 28     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 29 | 29     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 30 | 30     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 31 | 31     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 32 | 32     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 33 | 33     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 34 | 34     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 35 | 35     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 36 | 36     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 37 | 37     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 38 | 38     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 39 | 39     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 40 | 40     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 41 | 41     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 42 | 42     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 43 | 43     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 44 | 44     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 45 | 45     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 46 | 46     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 47 | 47     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 48 | 48     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 49 | 49     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 50 | 50     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 51 | 51     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 52 | 52     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 53 | 53     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 54 | 54     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 55 | 55     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 56 | 56     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 57 | 57     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 58 | 58     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 59 | 59     | 10.00     | 10.00 | 10.00        | 10.00        |
| 60 | 60     | 10.00     | 10.00 | 10.0         |              |

# ANALISIS DE SUELO

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"</b><br><b>LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS</b><br>Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24<br>Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.ctp@iniap.gob.ec |
|                                                                                   | <b>REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS</b>                                                                                                                                                                                               |

|                                                                                                                      |                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROPIETARIO</b><br>Nombre : Elizabeth Morán<br>Dirección :<br>Ciudad : Santa Ana<br>Teléfono :<br>Fax : | <b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b><br>Nombre : Sin Nombre<br>Provincia : Manabí<br>Cantón : Santa Ana<br>Parroquia :<br>Ubicación : Sitio Lodana | <b>PARA USO DEL LABORATORIO</b><br>Cultivo Actual :<br>N° Reporte : 005079<br>Fecha de Muestreo : 14/01/2015<br>Fecha de Ingreso : 14/01/2015<br>Fecha de Salida : 27/01/2015 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| N° Muest. Laborat. | Datos del Lote |      | pH            | ppm             |             | meq/100ml     |             |              | ppm         |              |              |             |               |               |  |
|--------------------|----------------|------|---------------|-----------------|-------------|---------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|---------------|---------------|--|
|                    | Identificación | Area |               | NH <sub>4</sub> | P           | K             | Ca          | Mg           | S           | Zn           | Cu           | Fe          | Mn            | B             |  |
| 73761              | Muestra 1      |      | 6,8 <b>PN</b> | 8 <b>B</b>      | 46 <b>A</b> | 1,45 <b>A</b> | 15 <b>A</b> | 5,6 <b>A</b> | 18 <b>M</b> | 2,1 <b>M</b> | 3,6 <b>M</b> | 24 <b>M</b> | 14,6 <b>M</b> | 1,40 <b>A</b> |  |
| 73762              | Muestra 2      |      | 7,3 <b>PN</b> | 12 <b>B</b>     | 47 <b>A</b> | 1,54 <b>A</b> | 15 <b>A</b> | 5,3 <b>A</b> | 37 <b>A</b> | 2,4 <b>M</b> | 2,3 <b>M</b> | 18 <b>B</b> | 11,7 <b>M</b> | 1,14 <b>A</b> |  |



| INTERPRETACION      |                    |                       |                   | METODOLOGIA USADA     |  | EXTRACTANTES                 |
|---------------------|--------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|--|------------------------------|
| pH                  |                    |                       |                   | pH                    |  | Olsen Modificado             |
| MAE = Muy Acido     | LAe = Liger. Acido | LAI = Liger. Alcalino | RC = Requiere Cal | = Suelo: agua (1:2,5) |  | N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn      |
| Ac = Acido          | PN = Prec. Neutro  | MeM = Media. Alcalino |                   | = Colorimetria        |  |                              |
| MeAc = Media. Acido | N = Neutro         | Al = Alcalino         |                   | = Turbidimetria       |  | Fosfato de Calcio Monobásico |
|                     |                    |                       |                   | = Absorción atómica   |  | B,S                          |

  
**LIDIA DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS**

La muestra será guardada en el Laboratorio  
 por tres meses, después de lo cual se entregará  
 al propietario o a quien él designe.

  
**RESPONSABLE LABORATORIO**

|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"</b><br><b>LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS</b><br>Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24<br>Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.ctp@iniap.gob.ec |
|                                                                                     | <b>REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS</b>                                                                                                                                                                                               |

|                                                                                                                      |                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROPIETARIO</b><br>Nombre : Elizabeth Morán<br>Dirección :<br>Ciudad : Santa Ana<br>Teléfono :<br>Fax : | <b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b><br>Nombre : Sin Nombre<br>Provincia : Manabí<br>Cantón : Santa Ana<br>Parroquia :<br>Ubicación : Sitio Lodana | <b>PARA USO DEL LABORATORIO</b><br>Cultivo Actual :<br>N° de Reporte : 005079<br>Fecha de Muestreo : 14/01/2015<br>Fecha de Ingreso : 14/01/2015<br>Fecha de Salida : 27/01/2015 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| N° Muest. Laborat. | meq/100ml |    |    | dS/m | C.E. | M.O.         | Ca  |      | Mg    |         | Ca+Mg | meq/100ml | (meq/100ml) | RAS | ppm | Textura (%) |      |         | Clase Textural   |
|--------------------|-----------|----|----|------|------|--------------|-----|------|-------|---------|-------|-----------|-------------|-----|-----|-------------|------|---------|------------------|
|                    | Al+H      | Al | Na |      |      |              | Mg  | K    | K     | Σ Bases |       |           |             |     |     | Arena       | Limo | Arcilla |                  |
| 73761              |           |    |    |      |      | 2,2 <b>B</b> | 2,6 | 3,86 | 14,21 | 22,05   |       |           |             |     |     | 22          | 40   | 38      | Franco-Arcilloso |
| 73762              |           |    |    |      |      | 3,1 <b>M</b> | 2,8 | 3,44 | 13,18 | 21,84   |       |           |             |     |     | 26          | 40   | 34      | Franco-Arcilloso |



| INTERPRETACION |                  |                 |           | ABREVIATURAS                         |  | METODOLOGIA USADA                  |
|----------------|------------------|-----------------|-----------|--------------------------------------|--|------------------------------------|
| Al+H, Al y Na  | C.E.             | M.O. y Cl       |           | C.E. = Conductividad Eléctrica       |  | C.E. = Conductímetro               |
| B = Bajo       | NS = No Salino   | S = Salino      | B = Bajo  | M.O. = Materia Orgánica              |  | M.O. = Titulación de Winkley Black |
| M = Medio      | ES = Lig. Salino | MS = Muy Salino | M = Medio | RAS = Relación de Adsorción de Sodio |  | M-H = Titulación con NaOH          |
| T = Tóxico     |                  |                 | A = Alto  |                                      |  |                                    |

  
**LIDIA DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS**

La muestra será guardada en el Laboratorio  
 por tres meses, después de lo cual se entregará  
 al propietario o a quien él designe.

  
**RESPONSABLE LABORATORIO**

### ANEXO 3

#### MEMORIA DE CACULOS

##### Cálculos de Porcentajes previos

|                           |                  |
|---------------------------|------------------|
| Arena                     | 24 %             |
| Limo                      | 40 %             |
| Arcilla                   | 36               |
| Velocidad de infiltración | 6 mm/h           |
| Clase textural            | Franco arcilloso |

##### Capacidad de campo método de Peele

$$\theta_{CC} = (0.48 \times 36 + 0.162 \times 40 + 0.023 \times 24 + 1.62) \times 1.29$$

$$\theta_{CC} = (17.28 + 6.48 + 0.552 + 2.62) \times 1.29$$

$$\theta_{CC} = (26.932) \times 1.29 = 35 \% \text{ R//}$$

##### Punto de marchitamiento método Brigger

$$\theta_{pmp} = (0.302 + 36 + 0.102 \times 40 + 0.147 \times 24) \times 1.29$$

$$\theta_{pmp} = 15.30 \times 1.29 = 20 \%$$

##### Diseño agronómico de Pasto

##### Dosis de riego

Se la cálculo mediante la fórmula:

$$Dn = 100 * H * Da * (Cc - Pm) * f$$

##### Dónde:

**Dn** = Dosis neta expresada en m<sup>3</sup>/ha

**H** = Profundidad de las raíces, en m

**Da** = Densidad Aparente del suelo.

**Cc** = Capacidad de campo, expresado en porcentaje en peso de suelo seco.

**Pm** = Punto de marchitamiento, expresado en porcentaje en peso de suelo seco.

**f** = Fracción de agotamiento del agua disponible, expresado en tanto por uno.

**Dn** =

**H** = 0,25 m

**Da** = 1,29 gr/cm<sup>3</sup>

**Cc** = 35 %

**Pm** = 20 %

**f** = 0,4

$$\mathbf{Dn} = 193,50 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$\mathbf{Ln} = 19,35 \text{ mm}$$

**Dosis total.**

Se la cálculo mediante la fórmula:

$$Dt = \frac{Dn}{Ea}$$

**Dónde:**

**Dt** = Dosis total expresada en m<sup>3</sup>/ha

**Dn** = Dosis neta expresada en m<sup>3</sup>/ha

**Ea** = Eficiencia de aplicación del sistema de riego, Aspersión (0,7).

$$\mathbf{Dt} = 276,43 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$\mathbf{Ln} = 27,64 \text{ mm}$$

### **Intervalo o frecuencia de riego.**

$$ir = \frac{Dn}{ET(cultivo)}$$

#### **Dónde:**

**ir** = Intervalo o frecuencia de riego

**Dn** = Dosis neta expresada en mm (lamina)

**ET(Cultivo)** = Evapotranspiración de cultivo, expresado en milímetro/día

**ir** =

**Dn** = 19,35 mm

**ET (Cultivo)** = 4,00 mm/día

**Ir** = Riego cada 6 días

#### **Caudal necesario.**

El caudal de agua necesario viene dado por la expresión.

$$Q = 10 * \frac{S * Dt}{ir * T}$$

**Q** = Caudal necesario, en m<sup>3</sup>/Hora

**S** = Superficie regada, en ha. (3,5 ha.)

**Dt** = Dosis total, en mm de altura de agua.

**ir** = Número de días empleado en regar, dentro del intervalo de riego.

**T** = Tiempo de riego en Horas /días

Caudal necesario para módulo de 3,5 Ha

$$Q = \text{m}^3/\text{Hora}$$

$$S = 3,5$$

$$Dt = 27,64 \text{ mm.}$$

$$i r = 6 \text{ días}$$

$$T = 12 \text{ Horas /días}$$

$$Q = 16,13 \text{ m}^3/\text{hora}$$

$$Q = \text{l/seg}$$

**Elección del aspersor.**

#### **CAÑONES SIMEX DUPLEX PC-RH2**

|                          |    |
|--------------------------|----|
| <b>Presión (PSI)</b>     | 40 |
| <b>Caudal (GPM)</b>      | 22 |
| <b>Diámetro a 0,50 m</b> | 60 |

**Intensidad pluviométrica**

$$I = \frac{227,12 * Q(GPM)}{E.LAT * E.ASP} = mm/H$$

**I** = Intensidad pluviométrica

**Q** = Caudal del aspersor en galones por minuto

**ELat** = Espaciamiento entre laterales

**EAsp** = Espaciamiento entre aspersores

**I** =

**Q** = 22 GPM

**ELat** = 42

**EAsp** = 42

$$I = 2,83 \text{ mm/H}$$

Infiltración Básica = 6 mm/H

### **Duración del riego**

**Duración (Horas) = Dosis total (mm) / Pluviometría media (mm/H)**

$$\text{Duración del riego} = 9,76 \text{ H}$$

$$\text{Duración del riego} = 09 \text{ H } 46$$

## **ANEXO 4**

### **Diseño hidráulico**

Parcelas de Pastos

Calculo de porta lateral.

- Numero de aspersores: 3
- Caudal del Aspersor: 1,39 l/seg
- Presión de trabajo: 40 PSI (28,12 mca.)
- Separación entre aspersor: 42 m
- Distancia del primer aspersor al origen: 21 m

Longitud de la lateral (l)

$$L = 21 + (42 * 2) = 21 + 84 = 105 \text{ m}$$

$$L = 105 \text{ m}$$

Longitud ficticia de la lateral (lf)

$$L_f = 1,10 * L$$

$$L_f = 115,5 \text{ m}$$

Caudal en el origen de la lateral (q)

$$q = 3 * 1,39 = 4,17 \text{ litros/s}$$



$q = 4,17$  litros/s se adopta un diámetro de tubería de 63 mm

Perdida de carga máxima admisible (20% del total)

$$28,12 * 0,2 = 5,624 \text{ mca}$$

Perdida de carga (h)

$$h = J * F * Lf$$

$$F = 0,441$$

$$J = 0,0387$$

$$h = 1,9712$$

El diámetro de la tubería es válido.

### **Calculo de Tubería Principal.**

De acuerdo al diseño agronómico el caudal necesario es  $16,13 \text{ m}^3/\text{H}$  o  $0,00448056 \text{ m}^3/\text{seg}$

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{3,1416 * V}}$$

Dónde:

D = diámetro interior en m

Q = Caudal expresado en  $\text{m}^3/\text{seg}$ .

V = velocidad expresada en m/seg

$$D = 75,53 \text{ mm}$$

$$Q = 0,00448056 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$V = 1,00 \text{ m/seg.}$$

Nota: el valor del diámetro interno de la tubería de 75 mm es 71,4 que es menor al encontrado en el cálculo por tanto se escoge la tubería de 90 mm

$$D = 90 \text{ mm}$$

## **SISTEMA DE BOMBEO**

### **PARA 3,5 HECTAREAS (ha) PASTO**

|                                      |                         |
|--------------------------------------|-------------------------|
| Caudal módulo                        | 16.13 m <sup>3</sup> /h |
| Tubería principal                    | 7.613 mca               |
| Eficiencia de la bomba               | 85 %                    |
| Perdida de carga de la válvula chack | 0.093 mca               |
| Perdida de carga por accesorio       | 0.46mc                  |
| Perdida de carga diferencia de nivel | 20,00 mca               |
| Potencia de la bomba                 | 13hp                    |
| Eficiencia de la bomba               | 85%                     |
| Perdida de carga total               | 27.093 m                |
| Energía                              | 2.23 <b>kw</b>          |



*Levantamiento planímetro con el GPS 1*



*Limpieza del terreno*





*Distribución de tuberías 2*



*Instalación de tuberías 3*





*Instalacion del Sistema de bombeo*



*Prueba de Sistema de bombeo*



*Prueba de salida de agua*