

**IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS, ADECUACIÓN, AJUSTE Y
PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO Y FERTIRRIGACIÓN DE LA
GRANJA EDUCATIVA EL HANGAR DE LA UIS GUATIGUARA.**

**JOSIMAR OSWALDO DUARTE QUINTERO
JOSE LUIS VELANDIA OCHOA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA
PRODUCCION AGROINDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2014**

**IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS, ADECUACIÓN, AJUSTE Y
PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO Y FERTIRRIGACIÓN DE LA
GRANJA EDUCATIVA EL HANGAR DE LA UIS GUATIGUARA.**

**JOSIMAR OSWALDO DUARTE QUINTERO
JOSE LUIS VELANDIA OCHOA**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE
PROFESIONAL EN PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL**

**DIRECTOR
IVAN DARIO PORRAS GOMEZ
Ingeniero Agrícola**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA
PRODUCCION AGROINDUSTRIAL
BUCARAMANGA**

2014

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a nuestros padres y familiares, que con su apoyo y esfuerzo nos han brindado un acompañamiento en tan ardua labor que nos demandó tiempo, siendo nuestra ausencia tan pacientemente entendida por nuestros seres amados.

AGRADECIMIENTOS.

Los autores expresan sus agradecimientos

A Ivan Dario Porras Gomez, Ingeniero Agrícola, director del proyecto, por su valioso aporte en la realización de este.

Al Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia - IPRED, que nos prestó las instalaciones para que este proyecto se pudiera ejecutar.

A Dios, por darnos la sabiduría para poder realizar este proyecto.

A nuestros padres, que son el apoyo fundamental para seguir adelante en nuestros triunfos en la vida.

CONTENIDO

INTRODUCCION	14
1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	16
1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	16
1.2. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.2.1. Espacial.....	18
1.2.2. Conceptual.....	20
1.2.3. Cronológica.....	21
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	21
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.....	23
1.4.1. Objetivo General.....	23
1.4.2. Objetivos específicos.....	23
2. MARCOS DE REFERENCIA	25
2.1. MARCO CONTEXTUAL.....	25
2.2. CONTEXTO GEOGRÁFICO.....	26
2.3. MARCO TEORICO CONCEPTUAL	28
2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS TÉCNICOS	30
2.5. MARCO DE REFERENCIA LEGAL.....	34
3. DISEÑO METODOLÓGICO	36
3.1. TIPO DE ESTUDIO	36
3.2. FUENTES Y TÉCNICAS PARA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	36
4. PROPUESTA DEL PROYECTO.....	38
4.1. PLAN DE TRABAJO	38
4.2. ESTABLECIMIENTO DEL PROYECTO	38

4.2.1 Actividades desarrolladas para lograr los objetivos específicos Uno y Dos.	38
4.2.2 Actividades desarrolladas para lograr el objetivo específico Tres.	60
4.2.3 Actividades desarrolladas para lograr el objetivo específico Cuatro.	63
4.3 CRONOGRAMA DE TRABAJO.	66
4.3 RESULTADOS.	66
4.4 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.	67
4.5 PRESUPUESTO.	68
5. CONCLUSIONES	69
6. RECOMENDACIONES	71
BIBLIOGRAFIA.	73

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación - Características climatológicas.....	18
Tabla 2. Generalidades del municipio de Piedecuesta.	27
Tabla 3.Ficha técnica.....	37
Tabla 4. Estacion de bombeo.	42
Tabla 5. Tubería principal.	45
Tabla 6. Módulo N° 1. Sistema de riego por aspersión, potrero N° 1.	47
Tabla 7. Módulo N° 2. Sistemas de riego por goteo (Policultivo).	48
Tabla 8. Modulo N° 3. Banco de proteína, potrero de pastoreo N° 2.	50
Tabla 9. Modulo N° 4. Micro aspersión cultivo de cítricos.	52
Tabla 10. Modulo N° 5. Pasto de corte.....	53
Tabla 11. Módulo N° 6. Aspersión entrada.....	54
Tabla 12. Módulo N° 7. Cultivo tecnificado de hortalizas.	55
Tabla 13. Módulo N° 8. Sistema de riego por goteo, Terra Seeds.	56
Tabla 14. Módulo N° 9. Sistema de riego instalación piscícola.....	57
Tabla 15. Diagnostico de modulos sistema de riego.....	58
Tabla 16. Diagnostico de modulos sistema de riego, problemas y soluciones...59	
Tabla 17. Cronograma de Trabajo.	66
Tabla 18. Relacion caudales modulos.....	67
Tabla 19. Presupuesto	68

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1.	Plano general instalaciones sistema de riego.	19
Imagen 2.	Fotografía panorámica aérea granja educativa El Hangar.	28
Imagen 3.	Sitio antes de la Bocatoma.	40
Imagen 4.	Bocatoma después del mantenimiento.	41
Imagen 5.	Mantenimiento Bocatoma.	41
Imagen 6.	Bomba de succión.	43
Imagen 7.	Limpieza electro bomba.	44
Imagen 8.	Despeje de puntos de riego.	46
Imagen 9.	Modulo descompuesto.	47
Imagen 10.	Modulo reparado.	48
Imagen 11.	Goteo en policultivo.	49
Imagen 12.	Banco de proteína.	51
Imagen 13.	Sistema de riego convenio Terra Seeds.	56
Imagen 14.	Ficha técnica estación meteorológica.	60
Imagen 15.	Construcción base estación meteorológica.	61
Imagen 16.	Estacion meteorológica.	63
Imagen 17.	Formato para distribución modulos de riego.	64
Imagen 18.	Plano final sistema de riego granja educativa El Hangar.	65

RESUMEN

TITULO

IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS, ADECUACIÓN, AJUSTE Y PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO Y FERTIRRIGACIÓN DE LA GRANJA EDUCATIVA EL HANGAR DE LA UIS GUATIGUARA*.

AUTORES: JOSIMAR OSWALDO DUARTE QUINTERO
JOSE LUIS VELANDIA OCHOA**

DESCRIPCIÓN

Se realizó un análisis del sistema de riego que se encuentra instalado en la granja educativa. El Hangar, donde se obtiene como conclusión el optar por un mejor método de trabajo en este sistema; se concluye por realizar un diagnóstico, adecuación, ajuste y puesta en marcha del sistema de riego de la granja, con el fin de dar a conocer a los estudiantes detalles de este tipo de tecnologías, resaltando la importancia que tiene en el desarrollo sostenible del sector agropecuario en Colombia.

Debido al cambio drástico de las condiciones atmosféricas y climáticas es necesario contar con un método por el cual las plantas obtengan nutrientes esenciales para su desarrollo fisiológico; y los elementos nutricionales son adquiridos mediante absorción radicular, siendo el agua quien transporta estos componentes; una planta con características fisiológicas y fitosanitarias; aptas para ser utilizada en un cultivo necesita de manera obligatoria un de los suministro constante de agua y nutrimentos para soportar su ciclo de vida.

Lo anterior nos lleva a la creación de sistemas artificiales con el fin de dar un flujo constante que cumpla con los requerimientos hídricos y nutricionales del cultivo; por tal motivo se debe efectuar la implementación de un sistema de fertirrigación.

* Tesis de grado

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Produccion Agroindustrial. Director. Ivan Dario Porras Gomez

ABSTRACT

TITLE.

IDENTIFICATION OF PROBLEMS, ADEQUACY, ADJUSTMENT AND PROGRAMMING OF THE IRRIGATION AND FERTIRRIGATION SYSTEM OF THE EDUCATIVE FARM EL HANGAR FROM THE UIS GUATIGUARA*.

MEMBERS: JOSIMAR OSWALDO DUARTE QUINTERO
JOSE LUIS VELANDIA OCHOA**

ABSTRACT.

It made an analyze of the irrigation system that it finds installed in the educative farm The hangar where it finds as conclusion to choose for a better job method in this system; it concludes for make a diagnostic, adequacy, adjustment and the star up of the irrigation system in the farm, with the goal of give to meet to the students details of this type of technologies, highlighting the importance that have in the sustainable development of the Agricultural industry in Colombia.

Because At the drastic change of the atmospheric conditions and the weather is necessary count with a method for which the plants get essential nutrients for their physiological development, which are get , by radicular absorption being the water who transports these elements, indicate us that a plant with feasible characteristics for be used in a grow.

Needs of a mandatory way a constant supply of water and nutrients for support its life cycle The above carry us to the creation of artificial systems with the end of give a constant flow That meets with the water and nutritional requirements of the grow, reasons for which Must to count with effect the implementation of the fertirrigation system.

* Thesis

** Regional Institute of Distance Education and Outreach. Agroindustrial Production. Head teacher. Ivan Dario Gomez Porras

INTRODUCCION

En la actualidad los sistemas de riego constituyen una alternativa muy importante para suplir las necesidades hídricas de las plantas, a eso se le suma el uso adecuado del agua y su manejo tecnificado en los sistemas de producción agropecuarios.

El sector agropecuario de Colombia está atrasado en el uso de nuevas tecnologías importantes para hacer que el sector sea más rentable, eficiente y productivo, para cumplir con esta meta se requiere implementar sistemas de riego controlando la nutrición, cantidad de agua necesaria y reducción de mano de obra. La granja El Hangar está ubicada en la vereda Guatiguara, municipio de Piedecuesta, departamento de Santander, es un centro educativo donde interactúan conocimientos y se realizan proyectos productivos por parte de los estudiantes, para ello el sistema de riego es fundamental en la ejecución de los mismos.

La granja educativa El Hangar de la UIS cuenta con una concesión de agua sobre la quebrada del río Hato; posee 3,5 hectáreas las cuales se hallan distribuidas por sectores que corresponden a los proyectos académicos, productivos o de investigación que efectúan estudiantes de los programas Tecnología Agroindustrial y Profesional en Producción Agroindustrial; para soportar las actividades realizadas en cada proyecto se implementó un sistema de riego con una excelente capacidad captación y extracción del recurso hídrico, pero con deficiencias estructurales y de distribución.

Por las anteriores razones planteamos el proyecto como un plan de mejoramiento donde se deben identificar problemas, adecuar y ajustar el sistema de riego, así

como el de fertirrigación de forma adecuada, haciendo de este un modelo excelente para el aprendizaje operativo de tan importante tecnología.

Al sistema se le efectuaran adecuaciones para mejorarlo, entre las que se cuentan plasmar en un plano la distribución del sistema de riego, dejar un manual de instrucciones para un buen funcionamiento en el que se exponga el manejo adecuado, se instalara funcionalmente la estación meteorológica y se iniciara la operación del módulo de fertirrigacion del sistema, haciendo de este modelo un ejemplo a seguir por su eficiencia y efectividad, mejorando así la productividad de la granja, además de convertirlo en una zona de aprendizaje practico, tan necesario en la formación educativa de los alumnos y futuros profesionales del sector.

1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA.

La necesidad natural de las plantas de obtener nutrientes esenciales, los cuales se hallan en el suelo y son transportados por el agua, siendo incorporados a la planta mediante un proceso de absorción radicular; estos elementos nos ayudan a conservar las características fisiológicas y fitosanitarias requeridas para el desarrollo óptimo de cualquier cultivo, en resumen es necesario un suministro constante de agua y nutrientes para soportar el ciclo de vida de las plantas.

Lo anterior nos lleva a la creación de sistemas artificiales con el fin de dar un flujo constante que cumpla con los requerimientos hídricos y nutricionales del cultivo; la implementación de un sistema de fertirrigación nos lleva a pensar en ciertos problemas que surgen al inicio del proyecto, los cuales deben ser resueltos, tales inconvenientes a ser solucionados son : un mayor costo de inversión inicial, ya que se deben establecer instalaciones y equipos especializados; otro es la necesidad de una formación básica para el manejo de los equipos y fertilizantes, la necesidad de un sistema de riego con buena uniformidad para garantizar la correcta distribución en el suelo, la utilización de fertilizantes con propiedades adecuadas de solubilidad y pureza, un posible riesgo de falta de elementos menores por la pureza de los fertilizantes líquidos y un posible mayor costo de los fertilizantes al deber usar fertilizantes hidrosolubles para evitar bloqueos de los goteros, entre otros los cuales se deben convertir en ventajas efectuando un equilibrio entre costo y beneficio.

La granja El Hangar en la sede Guatiguara de la Universidad Industrial de Santander, cuenta con un sistema de fertirrigación que está capacitado para dar soporte al riego y suministro de fertilizantes a los diferentes módulos que se

encuentran establecidos; aunque el sistema se implementó con una gran inversión utilizando equipos de alta calidad en su época, se han presentado problemas en el desarrollo eficiente de los equipos, entre los cuales se encuentran los malos manejos efectuados por los operarios de la granja o estudiantes – practicantes, esto debido a la ausencia de capacitación y la inexistencia de un manual de manejo del sistema; por estas falencias se ocasionan sobrecargas en las líneas de riego y se hace uso inadecuado del recurso hídrico; además de los daños generados por las distintas labores culturales y de mantenimiento de los mismos cultivos que no tienen en cuenta la distribución del sistema en el área.

Otro factor generador de averías en el sistema son las instalaciones pecuarias asociadas a los cultivos, cuyas especies animales generan daños frecuentes en las líneas de riego, debido a su falta de señalización y protección de los mandos de control; además la falta de uso permanente del sistema de fertilización mediante el riego se ha traducido en la pérdida paulatina de la inversión realizada siendo casi el 50 % del sistema de riego.

Sumado a los anteriores inconvenientes existe la ausencia de un proceso de estandarización que nos ofrezca una guía para efectuar el uso correcto, el mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de fertirrigación, esta falta de conocimiento y capacitación del personal que opera el sistema es el mayor de los problemas por que encierra la totalidad de inconvenientes mencionados anteriormente ya que el desconocimiento es la mayor causa de errores en el manejo de esta tecnología.

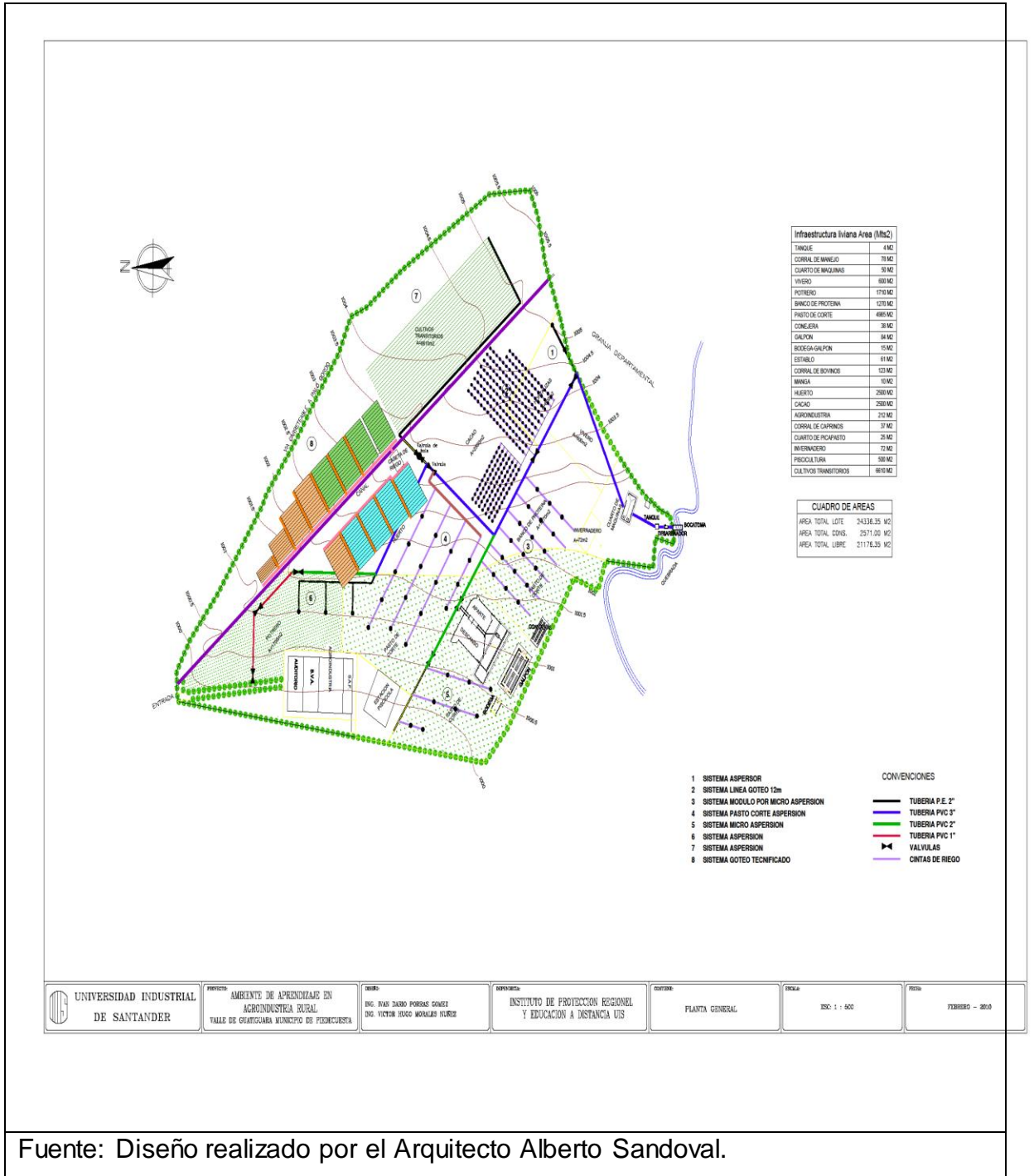
1.2. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.

1.2.1. Espacial.

Tabla 1. Ubicación - Características climatológicas

Departamento: Santander.	Humedad: 75 %.
Municipio: Piedecuesta.	Temperatura promedio: 23 C°.
Vereda: Guatiguara.	Clima: cálido y húmedo.
Finca: Granja El Hangar (Universidad Industrial de Santander – UIS).	Precipitación: 1.300 mm / año promedio con régimen bimodal.
Extensión: 3,5 hectáreas.	Brillo solar: 5,5 horas / día.
Fuente: sitio web Alcaldía de Piedecuesta.	Topografía: Ondulada.

Imagen 1. Plano general instalaciones sistema de riego.



Fuente: Diseño realizado por el Arquitecto Alberto Sandoval.

- Módulo N° 1: Sistema de riego por aspersión (Potrero N° 1), referencia de riego Naandan 50 35 g Supra Arboreo, área 600 m².
- Módulo N° 2: Sistemas de riego por goteo (Policultivo), referencia de riego manguera de riego por goteo Hidrogol, área 2.500 m².
- Módulo N° 3: Sistemas de riego microaspersor (Banco de proteína, Potrero N° 2), referencia Roto Raina 5 x 5, área 2.200 m².
- Módulo N° 4: Microaspersión cítricos (Cultivo cítricos), referencia de riego aspersores 427 Hidrantes, área 1.800 m².
- Módulo N° 5: Pasto de corte potrero N° 3, sistemas de riego por aspersión (Pasto de corte), referencia de riego: 427 Hidrantes (50 35) Naandan, área 1.100 m².
- Módulo N° 6: Aspersión entrada, referencia de riego Aspers 427B ag.
- Módulo N° 7: Sistemas de riego por goteo (Zona hortalizas tecnificadas), referencia de riego cinta de goteo T Tape, área 6.500 m².
- Módulo N° 8: Goteo hortalizas, referencia de riego cinta de goteo T Tape.
- Módulo N° 9: Sistemas de riego (Sistema piscícola) , área 500 m².
- Módulo N° 10: Sistema de riego por micro aspersores (Jardinería).

1.2.2. Conceptual.. En la granja educativa El Hangar se estableció un sistema de riego que cuenta con excelentes características tecnológicas y físicas; este proyecto fue desarrollado en el año 2010 implementándose una infraestructura eficiente, pero una distribución de áreas deficiente, en condiciones regulares de manejo; el riego se creó para usarse de manera automatizada; con el paso del tiempo se detectaron averías en las líneas de riego en el área de irrigación, aunado a esto el crecimiento de las explotaciones y el inadecuado manejo influyeron en el compendio de daños efectuados al sistema.

Se debieron realizar reparaciones, modificaciones y una redistribución del sistema de riego; entre las correcciones se incluyeron: iniciar la operacionalización del módulo de fertirrigación, la extensión del sistema hacia nuevas áreas de uso, las

cuales no contaban con servicio de riego. Como evidencias físicas se diseñaron: fichas técnicas, un plan de manejo y un plano de distribución del sistema; estas herramientas permitirán a los estudiantes realizar un correcto y eficiente uso de tan fundamental tecnología que brinda apoyo a sus proyectos productivos.

1.2.3. Cronológica.. El sistema de riego de la granja El Hangar se creó como un proyecto para hacer del predio un entorno de auto aprendizaje, donde los estudiantes conozcan e interactúen con estas tecnologías, que aplicadas a los complejos de generación de productos agropecuarios, nos brindan un apoyo en el suministro de requerimientos hídricos y nutricionales a las especies vegetales.

Inicialmente se presentaron problemas con el aforo y captación de agua, la distribución se realizó sin tener en cuenta futuras ampliaciones, el inadecuado manejo por parte del personal operativo más la falta de un mantenimiento constante y de calidad realizado por profesionales del área, debido a las anteriores problemáticas, el sistema no ha presentado un funcionamiento constante y eficiente, perdiendo así los estudiantes la oportunidad de usar una herramienta que facilita y simplifica varias labores culturales necesarias para el óptimo desarrollo de cualquier cultivo, debiendo así ser efectuadas manualmente por los responsables de dichos proyectos de aprendizaje.

1.3. JUSTIFICACIÓN.

Entre los elementos constituyentes de la planta el 85 % de su peso está constituido por agua, otra parte importante son los contenidos en Carbono, Hidrógeno y Oxígeno elementos presentes en la atmósfera y solo una pequeña parte son los elementos minerales como Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, estos elementos que la planta toma en su totalidad disueltos en agua. Otros elementos esenciales de las plantas que nos hacen evidente la importancia del agua en la

nutrición de nuestros cultivos son la transpiración y la evaporación, los cuales se traducen en el coeficiente de evapotranspiración.

Si revisamos los conceptos anteriores siendo el agua principal elemento constituyente de la planta, la evapotranspiración y la necesidad de que los elementos minerales estén presentes en la disolución del suelo para que la planta los pueda tomar, tenemos que considerar el suministro de agua a nuestros cultivos como fundamental en nuestra estrategia de fertilización y comprender que el término fertiriego no se refiere solo a la aplicación de fertilizantes a través del riego localizado como vehículo, sino a la propia importancia de conservar las condiciones de humedad para que las plantas tengan un efectivo desarrollo; debido a estas razones debemos proceder a realizar los tratamientos adecuados desde que el agua llega a la granja hasta que la situemos en la zona radicular.

Es necesario apoyarnos en los sistemas de riego como medio para la distribución de los nutrientes utilizando el agua como vehículo en el que son disueltos, tratando de obtener la máxima uniformidad en la aplicación de los fertilizantes; es de gran importancia el sistema de fertirrigación ya que utiliza conjuntamente agua y fertilizantes con el objetivo de ahorrar agua, nutrientes e incrementar los rendimientos en los diferentes cultivos; la relación rendimiento/costo es de vital importancia, tanto desde el punto de vista agronómico como económico y el sistema permitirá la optimización del agua como de los fertilizantes.

Algunas de las ventajas resaltables del sistema de fertirrigación son: el ahorro de fertilizantes y el ahorro de mano de obra en la distribución de los mismos, mejor asimilación y rapidez de actuación de los fertilizantes, mejor distribución y control de pérdida de nutrientes con buen manejo, gran flexibilidad en la aplicación lo que permite la adecuación de la fertilización según los requerimientos del cultivo en cada momento, un incremento del rendimiento y mejora de la calidad de los frutos al momento de la cosecha, la aplicación de nutrientes y agua es más precisa,

localizada y controlada, esto nos ayuda a disminuir la compactación del suelo, la distribución de nutrientes se realiza conforme a las necesidades de la planta y en la forma química adecuada ya que nos apoyamos en técnicas auxiliares tales como los análisis de agua, de suelo y análisis foliar para establecer un sistema integrado de nutrición vegetal, proporcionando así la solución nutritiva adecuada según el estadio fenológico del cultivo.

Además nos permitirá poseer una tecnología vital para la productividad de nuestro campo; mediante las adecuaciones y el plan de mejoramiento, el sistema de la granja El Hangar será reactivado utilizando su grado de tecnificación, extrayendo del todo su potencial y eficacia, permitiendo así que se halle al alcance de una granja educativa donde serán participes todos los estudiantes interesados en este proyecto, los cuales recibirán una capacitación en buenas prácticas y buen manejo del sistema aplicado a sus proyectos productivos o experimentales; con el acceso a las herramientas didácticas, que ilustren los conceptos básicos, para tener en cuenta al momento de proyectar un sistema de irrigación, similar al establecido en el predio, para sus expectativas personales o que el respectivo conocimiento le aporte un crecimiento en su experiencia laboral en el sector agropecuario.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.

1.4.1. Objetivo General.. Identificar problemas en los módulos de riego, adecuar, ajustar y programar el sistema de riego; poner en funcionamiento el sistema de fertirrigación en las instalaciones de la granja experimental El Hangar de la UIS Guatiguara.

1.4.2. Objetivos específicos.

- Diagnosticar, definir problemas, plantear soluciones a los módulos del sistema de riego, de la granja experimental El Hangar.

- Solucionar los problemas definidos mediante tecnologías adecuadas para ese fin.
- Implementar la estación meteorológica y ponerla a trabajar en línea con el sistema de recolección de información de la Granja el Hangar de la UIS.
- Elaborar plano del sistema con sus adecuaciones como demarcación de módulos, sectores y líneas de riego en el campo.

2. MARCOS DE REFERENCIA

2.1. MARCO CONTEXTUAL.

La fertirrigación se puede definir como la aplicación simultánea del agua y la solución nutritiva a través de la red de distribución del sistema de riego localizado, entendiéndose éste como la aportación de la dosis de agua necesaria para cubrir las necesidades del cultivo a través de unos elementos denominados emisores, que consiguen humedecer solamente una parte del volumen del suelo y logran concentrar en esta zona el máximo desarrollo radicular, por lo tanto el objetivo de la fertirrigación es después de conocer las necesidades del cultivo en cada uno de sus estados fenológicos, mantener la disponibilidad de agua y nutrientes a un nivel óptimo para lograr un rendimiento lo más próximo posible a la máxima productividad potencial del cultivo bajo las condiciones ambientales disponibles.

Cuanto más fino sea el control de la cantidad de fertilizantes y agua que aportamos a la planta, mayor potencial de producción podemos obtener, cuanto mayor sofisticación posea el sistema éste será más costoso y repercutirá en mayor medida en el costo total; se deben tener en cuenta factores tales como las condiciones edafoclimáticas de partida, la forma de cultivo elegida, el tipo de sustrato y un serio estudio de rentabilidad para hacer correcta elección del sistema de fertirrigación a implementar.

Algunas de las ventajas de la fertirrigación se constituyen como razones para su utilización entre estas tenemos la reducción del uso de mano de obra para la aplicación de fertilizantes ya que nos ofrece un punto intermedio entre la aplicación manual, que es dispendiosa e inexacta, y la aplicación mecánica que aparte de su gran costo nos acarrea otro tipo de problemas; además de proveer una mejor distribución más homogénea del fertilizante disuelto en el agua de riego

el cual proporciona una mejor eficiencia en el uso de los fertilizantes presentando mayor asimilación y disminuyendo pérdidas por lavado.

Se puede tener control sobre la exactitud y precisión en la aplicación de fertilizantes y micro elementos usando sistemas de control automatizado en forma hidráulica, eléctrica, electrónica, teniendo programas específicos de fertilización, pero además nos permite controlar la profundidad de las aplicaciones, ya que dependiendo de las características del suelo, el fertilizante y el cultivo, se programa el ingreso de los fertilizantes al finalizar el riego para evitar la lixiviación de los nutrientes en el perfil del suelo.

Aunque las ventajas de los sistemas de fertiriego son destacables se deben tener en cuenta algunas limitaciones que se presentan en la operación del mismo tales como son la compatibilidad de los fertilizantes ya que deben ser solubles y algunos fertilizantes no pueden ser mezclados pues pueden producir interacciones químicas no deseadas o precipitaciones que puedan dañar o taponar tuberías o goteros, además de la corrosión generada por los mismos en las partes metálicas del sistema; otra problema frecuente es la obstrucción de las tuberías, emisores y mangueras, causados estos por incompatibilidades químicas en las sales usadas para preparar las soluciones o entre las sales y la calidad del agua de riego; además el bajo desarrollo del sistema radicular porque se concentra en la superficie del suelo puesto que las raíces encuentran fácilmente el nutriente cercano, lo cual desfavorece su desarrollo.

2.2. CONTEXTO GEOGRÁFICO.

Piedecuesta es un municipio del departamento de Santander, Colombia, se encuentra a 17 km de Bucaramanga, formando parte de su área metropolitana, su extensión territorial es de 344 kilómetros cuadrados; observamos una alterada geografía que nos ofrece un sin número de valles, mesetas, montañas y colinas,

accidentes territoriales que nos presentan una variada climatología, pasando del radiante sol de pescadero a la neblina del páramo de Juan Rodríguez.

El municipio limita por el norte con Toná, Floridablanca y Bucaramanga, por el sur con Guaca, Cepitá, Aratoca y Los Santos, por el oriente Santa Bárbara, por el occidente con Girón.

Tabla 2. Generalidades del municipio de Piedecuesta.

País	Colombia
Departamento	Santander
Región	Andina
Ubicación	Coordenadas: 6°59'19"N 73°3'1"O
Altitud	1.005 msnm
Distancia	17 km a Bucaramanga
Superficie	344 km ²
Fundación	1.598
Población	129.000 hab. (DANE 2009)
Densidad	306 hab./km ²
Gentilicio	Piedecuestano, -a
Alcalde	Jesús Becerra (2012-2015)
Sitio web	http://www.nuestraguiapiedecuesta.com

Imagen 2. Fotografía panorámica aérea granja educativa El Hangar.



2.3. MARCO TEORICO CONCEPTUAL

En Chile se utilizó en 1998 un MANUAL DE FERTIRRIGACIÓN, un documento práctico con ayudas visuales y detalladas del funcionamiento de un sistema de fertirrigación generalizado para cualquier tipo de cultivo; este Manual de Fertirrigación constituyó un documento técnico de consulta y aprendizaje que

servió a agricultores, técnicos y profesionales del sector agrícola a familiarizarse con esta técnica que adquirió mucha importancia por las exigencias de calidad y competitividad de los mercados. El texto hace referencia principalmente al riego localizado, pero los mismos principios pueden ser aplicados a sistemas de riego por aspersión, especialmente en pivotes centrales, donde la fertirrigación es un elemento de manejo importante para obtener buenas producciones. Este estudio fue financiado por el Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR), el Gobierno Regional de Atacama, la Comisión Nacional de Riego (CNR) y el Departamento de Proyectos, Oficina Técnica Huasco; su autor fue el Ingeniero Agrónomo, Ph.D. Leoncio Martínez Barrera, director del Departamento de Recursos Naturales, adscrito al Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi.^{1 2}

Otro antecedente que aporta conocimientos básicos a la investigación es el folleto titulado: El manejo de fertilizantes a través de los sistemas de riego: FERTIRRIGACIÓN (Parte II), autoría de Albert Ludwick, traducido y adaptado por Ignacio Lazcano-Ferrat; entre los conceptos resaltables del documento se mencionan la calidad del agua, la compatibilidad de los fertilizantes y el equipo de seguridad en los equipos de inyección.

La calidad del agua es un componente clave para el éxito de la fertirrigación debido que es el vehículo de los fertilizantes en cualquier sistema de fertirrigación, la calidad del agua debe ser muy controlada en los sistemas de riego por goteo ya que deben mantenerse libres de sólidos no disueltos dentro del sistema; los microorganismos contenidos en la fuente hídrica deben controlarse por que pueden tapar los orificios de los emisores y causar graves problemas durante la aplicación de fertilizantes. Si el agua de riego tiende a ser salina, la cantidad total de sales a aplicar durante el riego es lo importante, no se debe de considerar en

¹ Información tomada de: Manual de Fertirrigación. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Intihuasi. Chile.

² Información tomada de: FERTIRRIGACION. Leoncio Martínez Barrera. Páginas 75 y 76.

forma aislada la cantidad de fertilizante a aplicar en cada fertirrigación, sino el conjunto de sales y su composición durante todo el ciclo de cultivo.

Otro aspecto importante a tener en cuenta es la compatibilidad de los fertilizantes ya que algunos problemas pueden ocurrir cuando se combinan distintos productos fertilizantes, si se conocen de antemano estos inconvenientes, entonces esos productos deben de utilizarse en forma alternada o deben utilizarse en riegos diferentes, nunca mezclados o juntos en el mismo riego. Los equipos de seguridad en los implementos de inyección son de efectiva relevancia ya que son elementos esenciales en el mantenimiento de los sistemas; existen muchas maneras de instalar equipos de inyección y las opciones en equipos es muy variada, sin embargo independientemente del tipo de equipo, existen algunas medidas de seguridad que deben ser utilizadas, siempre se considera la instalación de los aditamentos necesarios para evitar contaminaciones, derrames, mezclas no deseadas, taponamientos y corrosión en los equipos de riego e inyección de fertilizantes.

2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS TÉCNICOS

Fertirrigación: es una técnica de aplicación de fertilizantes disueltos en el agua de riego a los cultivos; resulta un método de gran importancia en cultivos irrigados mediante sistemas de riego localizado, aunque también se usa en sistemas de riego por aspersión, la diferencia principal entre estos sistemas es que en el riego localizado no se moja toda la superficie, mientras que esto sí sucede en riego por aspersión. El objetivo principal de la fertirrigación es el aprovechamiento del flujo de agua del sistema de riego para transportar los elementos nutritivos que necesita la planta hasta el lugar donde se desarrollan las raíces, con lo cual se optimiza el uso del agua, los nutrientes y la energía, y se reducen las contaminaciones si se maneja adecuadamente.

Disponibilidad de agua: cantidad suficiente durante todo el cultivo y homogeneidad de las fuentes.

Composición química: cantidad total de sales disueltas nos da una idea de la viabilidad de su uso en el riego de nuestros cultivos, pero es imprescindible conocer la composición exacta para ajustar la solución nutritiva final y proveer posibles toxicidades por alta concentración de algún elemento no deseado.

Estado sanitario: además de servir de transporte para los nutrientes, el agua de riego puede incorporar algún patógeno, organismos vivos y elementos en suspensión que pueden provocar alguna enfermedad o limitar la normal distribución del agua por obturación de los emisores.

Logística del riego: la logística del agua de riego comprende todas las operaciones desde que el agua de riego entra en nuestra explotación hasta la salida de la solución nutritiva por el emisor.

Tratamiento: según la naturaleza física y química del agua hay que diseñar un tratamiento específico de filtrado. Además de la filtración, debemos de proveer qué tipo de profilaxis vamos a emplear, bien incorporando algún producto químico en el almacenamiento de agua o inyectándolo en la red de distribución o utilizar algún método para desinfectar el agua a través de luz ultravioleta, ozonización o cloración.

Inyección de fertilizantes: normalmente se usan sistemas de inyección venturi, con una electroválvula que abre y cierra el paso a cada inyector de forma automática, y en función, de la relación programada de cada uno de los inyectores y atendiendo a la lectura de la sonda de conductividad. Un número de inyectores adecuado, nos va a permitir en la práctica, convertir un sistema de inyección en

una fábrica de fertilizantes, pudiendo variar en cualquier momento la composición de la solución nutritiva.

Corrección pH: tiene tanta importancia o más que la inyección de los fertilizantes y suele ser un elemento que despreciamos, ya que su control suele ser automático. Del pH depende no sólo evitar obturaciones en el sistema de distribución o en los emisores, sino, y esto es lo realmente importante, prolongar el tiempo que un ión va a estar disponible para el sistema radicular, ya que no sirve de nada diseñar una estrategia de riego y un cálculo de nutrientes si estos van a precipitar por PH alto.

Redes de distribución: hemos comprobado anteriormente la importancia capital que tiene el agua como nutriente y como vehículo del resto de nutrientes, de ahí que debamos de comprobar que la eficiencia de su distribución debe de estar en torno al 95%, para asegurarnos de que estamos fertilizando de una forma homogénea.

Fertilizantes: son los elementos minerales que incorporamos al agua de riego, con lo que una vez disueltos, lo que obtenemos es la solución nutritiva. Para confeccionar esta solución hay que tener en cuenta la composición química del agua, para restar los nutrientes que ya están presentes en su composición, ya que, una vez disueltas las sales (disociadas), no hay forma de diferenciar una molécula de por ejemplo, magnesio, que estuviera presente en el agua de otra que hubiéramos aportado a través de un fertilizante.

Bomba: dispositivo que transforma energía mecánica en energía de presión.

Cabezal de riego: lugar donde se instala la bomba, los filtros, el inyector de fertilizantes y las válvulas para la operación de un sistema de riego localizado.

Caudalímetro: dispositivo mecánico o electrónico que permite medir el caudal que pasa por una tubería.

Cavitación: formación de burbujas de vapor al interior del cuerpo de la bomba, la cavitación acelera el deterioro de los rodetes.

Elementos trazas: elementos químicos esenciales para la planta de requerimiento en muy pequeña cantidad, cualquier exceso, por pequeño que sea es, tóxico para la planta.

Filtro de grava: filtro construido con estanques herméticos de tamaño medio, llenos de arena.

Filtro de malla: filtro construido con un tubo envuelto por una malla fina que atrapa las partículas que arrastra el agua de riego. Este filtro se instala en el cabezal de riego.

Manómetro: instrumento que mide la presión del agua dentro de las tuberías o mangueras.

Micronutrientes: elementos químicos esenciales para la planta y que esta requiere en menor cantidad que los macronutrientes.

Quemigación: aplicación de productos químicos como pesticidas, herbicidas y otros productos químicos a través del agua de riego.

Riego localizado: sistema de riego en donde el punto de aplicación del agua está muy cerca del sistema radicular del cultivo.

Riego por goteo: es una forma de riego localizado, donde el agua se aplica en forma de gotas.

Riego por micro aspersión: el agua se aplica localizada en forma de una lluvia muy fina.

Riego por micro jet: el agua se aplica en forma localizada en forma de "neblina".

Riego presurizado: sistema de riego que necesita de presión en las tuberías para provocar el movimiento del agua desde la fuente a los puntos de aplicación.

Solución fertilizante: es la solución madre inyectada al sistema de riego.

Solución madre: corresponde a la solución de agua y fertilizante antes de inyectarlo al sistema de riego.

Válvula check: válvula que evita el retroceso del agua en una red de tuberías.

Válvula de pie: también se conoce como "sapo" y evita la pérdida de la columna de agua cuando se detiene una bomba. Esta válvula va instalada en el extremo libre del tubo de succión.

2.5. MARCO DE REFERENCIA LEGAL.

Ley 373 de 1997 Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua; modificada por la Ley 812 de 2003, publicada en el Diario Oficial No. 45.231, de 27 de junio de 2003, "Por la cual se aprueba el Plan Nacional de Desarrollo 2003-2006, hacia un Estado comunitario".

Artículo 1.- programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso

eficiente y ahorro del agua. Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro de agua el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico.

Las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales encargadas del manejo, protección y control del recurso hídrico en su respectiva jurisdicción, aprobarán la implantación y ejecución de dichos programas en coordinación con otras corporaciones autónomas que compartan las fuentes que abastecen los diferentes usos.

Artículo 5.- reuso obligatorio del agua. Las aguas utilizadas, sean éstas de origen superficial, subterráneo o lluvias, en cualquier actividad que genere afluentes líquidos, deberán ser reutilizadas en actividades primarias y secundarias cuando el proceso técnico y económico así lo ameriten y aconsejen según el análisis socio-económico y las normas de calidad ambiental. El Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Desarrollo Económico reglamentarán en un plazo máximo de (6) seis meses, contados a partir de la vigencia de la presente ley, los casos y los tipos de proyectos en los que se deberá reutilizar el agua.³

³ Información tomada de “Ley 373 de 1997, “por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua”.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. TIPO DE ESTUDIO

El estudio que se realiza es de tipo Aplicado, Descriptivo.

3.2. FUENTES Y TÉCNICAS PARA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Como fuentes para obtener información se usaran de dos tipos primarias y secundarias; las primarias se componen de actividades realizadas directamente en campo como son apuntes y observaciones, además de las anotaciones acerca de las mediciones y cálculos que se deben realizar, la información visual, los registros fotográficos, los diagnósticos y datos registrados en los formatos.

Como fuentes secundarias se usaran buscadores web, paginas institucionales de entidades públicas, sitios web de fabricantes para insumos requeridos en sistemas de irrigación, trabajos de grado realizados e investigaciones que apoyen la temática, fichas y especificaciones técnicas de los componentes físicos de dicho sistema.

Entre las técnicas para recolección de información se utilizara la observación designada de la siguiente manera: según los medios utilizados se presentara una observación estructurada; según el papel o modo de la participación del observador se efectuara una observación participante; según el número de observadores se realizara una observación en equipo; según el lugar donde se realiza se hará una observación efectuada en la vida real ósea un trabajo de campo.⁴

⁴ Información tomada de: Universidad nacional abierta y a distancia. Modulo seminario de investigación, Unidad 3: proceso de recolección de información, capitulo 2: técnicas para recolección de información primaria.

Tabla 3.Ficha técnica

Tipo de estudio.	Aplicado, Descriptivo.
Técnica de análisis y procesamiento de la información.	La clasificación de datos se efectuará mediante registros de observación, tablas de medición y toma de notas preestablecidas.
Fuentes de información.	Primarias y secundarias.
Instrumento para recolectar la información.	Escalas de medición (presión, distancia, áreas), registros de observación, manómetros.
Modo de aplicación	Directa.
Alcance.	Granja educativa El Hangar – UIS sede Guatiguara. 3,5 hectáreas.
Tiempo de aplicación.	Cuatro meses.

4. PROPUESTA DEL PROYECTO.

4.1. PLAN DE TRABAJO

Se realizó mediante actividades de campo haciendo el diagnóstico solucionando los problemas existentes y trabajo de escritorio utilizando elementos y tecnologías para la toma y recolección de la información (GPS, computadores, medidores de climas, software). Todo este trabajo se realizó en la granja El Hangar, ubicada en el municipio de Piedecuesta, departamento de Santander, bajo coordinación de profesionales.

4.2. ESTABLECIMIENTO DEL PROYECTO

4.2.1 Actividades desarrolladas para lograr los objetivos específicos Uno y Dos. Objetivo específico Uno: Diagnosticar, definir problemas, plantear soluciones a los módulos del sistema de riego, de la granja educativa El Hangar.

Objetivo específico Dos: Solucionar los problemas definidos mediante tecnologías adecuadas para ese fin.

Actividades realizadas: Se realiza un diagnóstico del sistema de riego de la granja y cada uno de los módulos del sistema, posteriormente se procede a realizar las respectivas correcciones utilizando tecnologías adecuadas.

Materiales sistema de riego granja educativa El Hangar.

- Captación de agua.
- ❖ Diagnóstico.

La captación de agua se hace mediante la concesión obtenida para poder hacer uso de esta boca toma, que cuenta con la siguiente infraestructura:

- ✓ Un afluente hídrico proveniente del río Hato.
 - ✓ Entra a una represa que mide 4 metros de ancho x 5 metros de largo donde posee un primer desarenado mediante la técnica de brazo, donde hace que el agua se vaya por un lado llevándose los sedimentos y la represa cumple la función de que los materiales pesados se queden en el fondo y solo pase el agua superficial haciendo la función del primer filtro.
 - ✓ Después entra a una rejilla que contiene filtros de maya pasando por un tubo de PVC de 3 pulgadas.
 - ✓ Pasando a los tanques desarenadores, para finalmente entrar a un tubo de succión de 3 pulgadas.
- ❖ Problemas.
- ✓ La represa se encuentra con gran cantidad de elementos contaminantes que hacen que no cumpla su función.
 - ✓ La represa se encuentra con gran cantidad de materias pesadas lo que no deja que sedimente bien el agua.
 - ✓ La rejilla tiene los orificios demasiado grandes lo que implica que entren hojas y obstruyan el sistema de conducción inicial.
 - ✓ Los tanques desarenadores se encuentran con demasiado sedimento y no posee una protección donde cubra la entrada de agentes externos que ocasionen un taponamiento en la bomba de succión.

Imagen 3. Sitio antes de la Bocatoma.



Soluciones.

Mantenimiento bocatoma sistema de riego granja El Hangar.

- ✓ Se arregló la estructura de la represa garantizando la sedimentación del agua y restringiendo el paso de material pesado como limos, arcillas o desechos que contaminen la captación del agua.
- ✓ Se realizó un desarenado a la represa de captación, se limpió despejando todo el material que se encontraba en este lugar y se le extrajo toda la arena que había depositada, garantizando que cumpla con su función primaria.
- ✓ Se instaló una malla en la rejilla lo que garantiza que no ingresen elementos de gran tamaño.

- ✓ Se limpiaron los tanques desarenadores que se encontraban con gran cantidad de arena y se le adecuó una tela que cubre el acceso y no permite la entrada de animales, hojas u objetos externos al agua.

Imagen 4. Bocatoma después del mantenimiento.



Fuente: Fotografía tomada por los autores del proyecto.

Imagen 5. Mantenimiento Bocatoma.



Fuente: Fotografía tomada por los autores del proyecto.

- Estacion de bombeo.
- ❖ Diagnostico.

El sistema posee una caseta de riego, infraestructura requerida para la protección de la estación de bombeo, la distribución de los mandos de control es óptima además de contar con una gran bomba de succión y una extensión del sistema la cual realiza la función de inyectar fertilizante en el agua de riego, distribuyendo los nutrientes a las plantas o cultivos de la granja El Hangar; la estación de bombeo nos presta un servicio de riego hasta 5 hectáreas, es su capacidad máxima, la granja El hangar tiene un total de 3,5 hectareas, de las cuales 2,3 hectareas cuentan con el beneficio del sistema de irrigación, así que la estación de bombeo cuenta con la potencia suficiente para distribuir el agua en esta área.

Tabla 4. Estacion de bombeo.

ELEMENTOS.		
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION
1	Unidad (UN).	BOMBA (EXISTENTE).
1	Unidad (UN).	ARRANCADOR (EXISTENTE).
1	Galón (GL).	MULTIPLE DE SUCCION 3 PULGADAS.
1	Galón (GL).	MULTIPLE DE DESCARGA 3 PULGADAS.
INYECCION DE FERTILIZANTE.		
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION
1	Unidad (UN).	SISTEMA DE INYECCION DE FERTILIZANTE CON BOMBA BOOSTER.
ESTACION DE FILTRADO.		
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION
1	Unidad (UN).	ESTACION DE FILTRADO 100 GPM: 2 TANQUES DE ARENA CON VALVULAS DE 3 VIAS FILTRO DE DISCOS, ALIVIO DE AIRE.

Problemas.

- ✓ A pesar de la infraestructura y la calidad de sus materiales, la estación de bombeo posee un problema, ya que muy rápidamente pierde presión, afectando su funcionamiento, observándose en su regulación PSI.

- ✓ Después de realizar una revisión detallada nos arroja que el problema lo ocasiona el taponamiento, debido a la entrada de agentes externos al embudo de succión, ubicado en la entrada de la bomba.
- ✓ Otro problema son los filtros de anillos, que se encuentran obstruidos y no permiten el paso del 100 % del agua.
- ✓ Los filtros de arena se taponan constantemente, haciendo que nuestro sistema pierda presión rápidamente.

Imagen 6. Bomba de succión.



Fuente: Fotografía tomada por los autores del proyecto.

Soluciones.

- ✓ Se realizó un mantenimiento a la electro bomba, se hace una limpieza y se despejan los desechos que estaban ocasionando taponamiento en la entrada del embudo de succión, para prevenir este problema se instaló una malla metálica, que restringe el ingreso de partículas que averíen la bomba.
- ✓ Se limpiaron los filtros de arena, donde se despejó de limos y arcillas, acumulados por la sedimentación, permitiendo la función del filtro que es limpiar el agua.

- ✓ Se retiraron las partículas que obstruían el paso del agua por los filtros de anillos, lo que ocasionaba pérdida de presión, para esta actividad se utilizó ácido fosfórico, ayudando a limpiar los anillos y desbloqueando los orificios, permitiendo un paso de agua del 100 % a través de los filtros.
- ✓ Se efectuó una limpieza general de la estación de riego.
- ✓ Se realizó mantenimiento a la electro bomba, dejándola a una presión de 90 libras.

Imagen 7. Limpieza electro bomba.



Fuente: Fotografía tomada por los autores del proyecto.

Tubería principal.

Diagnóstico.

Tabla 5. Tubería principal.

ELEMENTOS.		
CANTIDAD.	UNIDAD.	DESCRIPCION.
282	Metros (m).	TUBERIA PVC 3 PULGADAS RDE 51.
4	Unidad (UN).	TEE PVC 3 PULGADAS
5	Unidad (UN).	CODO PVC 3 PULGADAS
5	Unidad (UN).	ADAPTADOR MACHO PVC 3 PULGADAS
1	Unidad (UN).	SEMICODO 3 PULGADAS
5	Unidad (UN).	TAPON ROSCADO 3 PULGADAS

Problemas.

La tubería principal cuenta con una distribución aceptable, ya que no se encuentra un plano acorde que identifique los lugares donde se halla instalada, además posee unas fugas, debido a su deterioro natural por el tiempo de uso.

Soluciones.

- ✓ Se realizó un esquema donde se ubicó el recorrido de la tubería.
- ✓ Se arreglaron las fugas.
- ✓ Se despejó cada punto de riego y se aplicó herbicida a base de Glifosato para demorar el crecimiento de la hierba y evitar posibles daños, ya que las excesivas arvenses ocultan los puntos de riego.

Imagen 8. Despeje de puntos de riego.



Fuente: Fotografía tomada por los autores del proyecto.

Modulos.

Módulo N° 1. Sistema de riego por aspersión, potrero N° 1. Área 600 m².

Diagnostico.

Tabla 6. Módulo N° 1. Sistema de riego por aspersión, potrero N° 1.

ELEMENTOS.		
CANTIDAD.	UNIDAD.	DESCRIPCION.
3	Unidad (UN).	SILLA 3 PULGADAS X 2 PULGADAS
3	Unidad (UN).	ADAPTADOR MACHO PVC 2 PULGADAS
3	Unidad (UN).	CODO PVC 2 PULGADAS
3	Unidad (UN).	BUJE SOLDADO 2 X 1 ½ PULGADAS
6	Unidad (UN).	ADAPTADOR MACHO PVC 1 ½ PULGADAS
3	Unidad (UN).	CODO PVC 1 ½ PULGADAS
2	Unidad (UN).	TUBERIA PVC 2 PULGADAS RDE 26
3	Unidad (UN).	TEE PVC 1 ½ PULGADAS
6	Metros (m).	TUBERIA PVC 1 ½ PULGADAS RDE 21
3	Unidad (UN).	VALVULA BOLA METALICA 1 ½ PULGADAS

Problemas.

Este módulo se encuentra suspendido debido a el daño causado por las especies pecuarias, se decidió suspender, en este momento no existe riego en este lugar.

Imagen 9. Modulo descompuesto.



Fuente: Fotografía tomada por los autores del proyecto.

Soluciones.

- ✓ Es un módulo que debe ser reinstalado, ya que fue suspendido por daños.
- ✓ Se instalaran dos aspersores que cubren un diámetro de 30 metros, lo que nos brindara un cubrimiento del 80 % de esta área.

Imagen 10. Modulo reparado.



Fuente: Fotografía tomada por los autores del proyecto.

- Módulo N° 2. Sistemas de riego por goteo (Policultivo). Área 2.500 m².

Diagnostico.

Tabla 7. Módulo N° 2. Sistemas de riego por goteo (Policultivo).

ELEMENTOS.		
CANTIDAD.	UNIDAD.	DESCRIPCION.
6	Unidad (UN).	SILLA 3 PULGADAS X 1 ½ PULGADAS
6	Unidad (UN).	ADAPTADOR MACHO PVC 1 ½ PULGADAS
6	Unidad (UN).	CODO PVC 1 ½ PULGADAS
18	Unidad (UN).	BUJE SOLDADO 1 ½ PULGADAS X 1 PULGADAS
24	Unidad (UN).	ADAPTADOR MACHO PVC 1 PULGADAS
6	Unidad (UN).	VALVULA SOLENOIDE DE 1 PULGADAS WM
8	Unidad (UN).	TEE PVC 1 ½ PULGADAS
2	Unidad (UN).	TEE PVC 1 PULGADAS
4	Unidad (UN).	BUJE ROSCADO 1 ½ PULGADAS X ½ PULGADAS
2	Unidad (UN).	BUJE ROSCADO 1 PULGADAS X ½ PULGADAS
2	Metros (m).	TUBERIA PVC 1 PULGADAS RDE 21
6	Unidad (UN).	VALVULA DE ALIVIO DE AIRE ½ PULGADAS
6	Unidad (UN).	REGULADOR DE PRESION 1 PULGADAS
2	Unidad (UN).	CODO PVC 1 PULGADAS

Problemas.

Este módulo ha presentado inconvenientes debido al uso inadecuado y mal manejo de los estudiantes, presenta unas fugas en cada una de las líneas de goteo y taponamientos en sus goteros.

Soluciones.

- ✓ Se reinstaló todo el sistema de riego del cultivo de plátano y de cítricos.
- ✓ Se cambiaron todas las mangueras de goteo que se encontraban averiadas y puntos de aspersión dañados.
- ✓ Se colocaron sus respectivos tapones a cada línea de riego.
- ✓ Se le hizo limpieza a todas las líneas y puntos de riego de estas dos áreas.
- ✓ Se despejó la línea principal donde se conectaron las cintas de riego.
- ✓ Se instaló riego a los surcos que no lo tenían.
- ✓ Se dejó en perfecto estado cada punto de goteo funcionando.

Imagen 11. Goteo en policultivo.



Fuente: Fotografía tomada por los autores del proyecto.

Modulo N° 3. Banco de proteína, potrero de pastoreo N° 2. Área 2.200 m².

Diagnostico.

Tipo de aspersión: Micro aspersor Roto Raina 5 x 5.

Tabla 8. Modulo N° 3. Banco de proteína, potrero de pastoreo N° 2.

ELEMENTOS.		
CANTIDAD.	UNIDAD.	DESCRIPCION.
1	Unidad (UN).	CODO PVC 1 ½ PULGADAS
1	Unidad (UN).	ADAPTADOR HEMBRA PVC 1 ½ PULGADAS
2	Unidad (UN).	ADAPTADOR MACHO INT 1 ½ PULGADAS X 50 mm.
1	Unidad (UN).	TAPON ROSCADO PVC 1 ½ PULGADAS
55	Metros (m).	TUBERIA P.E 50 mm
3	Unidad (UN).	SILLA 50 mm X ¾ PULGADA
3	Unidad (UN).	SILLA DOBLE 50 mm X ¾ PULGADA
18	Unidad (UN).	ADAPTADOR MACHO INT 25 mm X ¾ PULGADA
18	Unidad (UN).	TAPON ROSCADO PVC ¾ PULGADA
245	Metros (m).	TUBERIA P.E 25 mm
18	Unidad (UN).	ASPER ROTO RAINA 5 X 5
18	Unidad (UN).	ELEVADORES

Problemas.

- ✓ Se encontraron daños en cada una de las boquillas de riego, por lo que se debe hacer un mantenimiento y cambio de repuestos en algunos sitios.
- ✓ Los elevadores están partidos y se encuentran en posición incorrecta.
- ✓ Existe obstrucción en las boquillas.
- ✓ Los aspersores se encuentran bajo la cobertura vegetal excesiva, lo que impide que el aspersor trabaje adecuadamente, además se expone a daños.
- ✓ La manguera de conducción posee muchas fugas por lo cual la presión es muy baja.

Imagen 12. Banco de proteína.



Fuente: Fotografía tomada por los autores del proyecto.

Modulo N° 4. Micro aspersion cultivo de cítricos. Area 1.800 m².

Diagnostico.

Tipo de riego: aspersores 427 Hidrantes.

Tabla 9. Modulo N° 4. Micro aspersión cultivo de cítricos.

ELEMENTOS.		
CANTIDAD.	UNIDAD.	DESCRIPCION.
4	Unidad (UN).	ADAPTADOR HEMBRA PVC 1 ½ PULGADAS
8	Unidad (UN).	ADAPTADOR MACHO INT 1 ½ PULGADAS X 50 mm
4	Unidad (UN).	TAPON ROSCADO PVC 1 ½ PULGADAS
40	Metros (m).	TUBERIA P.E. 50 mm
5	Unidad (UN).	SILLA 50 mm X 1 ¼ PULGADA
12	Unidad (UN).	ADAPTADOR MACHO INT 1 ¼ PULGADA X 40 mm
12	Unidad (UN).	TAPON ROSCADO PVC 1 ¼ PULGADA
23	Unidad (UN).	SILLA DE 1 ¼ PULGADA X 1 PULGADA
23	Unidad (UN).	HIDRANTE DE 1 PULGADA X ¾ PULGADA
23	Unidad (UN).	ELEVADORES
16	Unidad (UN).	ASPERSORES 427 HIDRANTES
2	Unidad (UN).	TEE 1 ¼ PULGADA X 40 mm
126	Metros (m).	TUBERIA P.E. 40 mm

Problemas.

- ✓ En esta área se debe arreglar algunas fugas encontradas en el sistema, se deben crear líneas para cubrir la totalidad de la zona.
- ✓ Debido a que el modulo fue modificado, se deben instalar líneas nuevas.
- ✓ Los hidrantes se encuentran obstruidos.

Soluciones.

- ✓ Se realizó un diagnostico detectando fugas y daños en el sistema.
- ✓ Se reinstaló un sector del área que no tenia riego, lo que ocasionaba la muerte de las plantas en tiempo de arduas sequias.
- ✓ Se arreglaron las fugas y daños encontrados en el sector.
- ✓ Se aplicó acido fosfórico para desbloquear cada uno de los hidrantes, que presentaban obstrucciones, generados por agentes externos al sistema de riego.

Módulo N° 5. Pasto de corte, potrero N° 3, sistemas de riego por aspersión. Área 1.100 m².

Diagnostico.

Tipo de riego: 427 Hidrantes (50 35) Naandan.

Tabla 10. Modulo N° 5. Pasto de corte.

ELEMENTOS.		
CANTIDAD.	UNIDAD.	DESCRIPCION.
2	Unidad (UN).	BUJE ROSCADO 1 ½ PULGADAS X 1 ¼ PULGADA
4	Unidad (UN).	ADAPTADOR MACHO INT 1 ¼ PULGADA X 40 mm
2	Unidad (UN).	TAPON ROSCADO PVC 1 ¼ PULGADA
40	Metros (m).	TUBERIA P.E. 40 mm
5	Unidad (UN).	TOMA GRAN CAUDAL 18 mm
185	Metros (m).	TUBERIA P.E. 18 mm
16	Unidad (UN).	ELEVADOR
8	Unidad (UN).	SOPORTE EN PVC
8	Unidad (UN).	ASPERSOR 50 35 NAANDAN

Problemas.

- ✓ Se debe efectuar un mantenimiento en cada uno de los aspersores.
- ✓ Existen aspersores averiados.

Soluciones.

- ✓ Se despeja cada uno de los puntos donde se hallan los aspersores.
- ✓ Se procedió a desarmar los aspersores para limpiar, cambiar y lubricar las piezas, removiendo elementos que dificultan la funcionalidad de los mismos en su totalidad.
- ✓ Se limpió la línea de conducción de agua utilizando ácido fosfórico.

➤ Módulo N° 6. Aspersión entrada.

Diagnostico.

Tipo de aspersor: Aspers 427B ag.

Tabla 11. Módulo N° 6. Aspersión entrada.

ELEMENTOS.		
CANTIDAD.	UNIDAD.	DESCRIPCION.
1	Unidad (UN).	CODO PVC 1 ½ PULGADA
1	Unidad (UN).	ADAPTADOR HEMBRA PVC 1 ½ PULGADA
2	Unidad (UN).	ADAPTADOR MACHO INT 1 ½ PULGADA X 50 mm
1	Unidad (UN).	TAPON ROSCADO PVC 1 ½ PULGADA
55	Metros (m).	TUBERIA P.E. 50 mm
3	Unidad (UN).	SILLA 50 mm X ¾ PULGADA
3	Unidad (UN).	SILLA DOBLE 50 mm X ¾ PULGADA
18	Unidad (UN).	ADAPTADOR MACHO INT 25 mm X ¾ PULGADA
18	Unidad (UN).	TAPON ROSCADO PVC ¾ PULGADA
245	Metros (m).	TUBERIA P.E. 25 mm
4	Unidad (UN).	ASPERSOR ASPERS 427B AG
4	Unidad (UN).	ELEVADORES

Problemas.

Es una de las pocas áreas de la granja que no posee riego, en tiempo de verano el prado sufre resequeidad extrema y produce marchitez por falta de la humedad necesaria.

Soluciones.

Se debe instalar un sistema de riego por aspersión, tipo de aspersion Aspersion 427B ag, este riego nos da un diámetro de 20 metros y es una aspersion de vuelta rápida, lo que nos brindara las características deseadas.

Módulo N° 7. Sistemas de riego por goteo, cultivo tecnificado de hortalizas. Área 6.500 m².

Diagnostico.

Tipo de riego: Cinta de goteo T tape.

Tabla 12. Módulo N° 7. Cultivo tecnificado de hortalizas.

ELEMENTOS.		
CANTIDAD.	UNIDAD.	DESCRIPCION.
1	Unidad (UN).	UNIDAD DE MANDOS
1	Unidad (UN).	LLAVE DE BOLA 2 PULGADAS
200	Metros (m).	TUBERIA DE P.E.
400	Metros (m).	CINTA DE GOTEO T TAPE

Problemas.

- ✓ Este módulo tiene un riego con cinta de goteo a 12 mm, el riego no posee ninguna fuga pues es relativamente nuevo.
- ✓ El modulo fue instalado, pero las cintas tienen gran distancia, lo que ocasiona que el riego no sea homogéneo.

Soluciones.

Se debe dividir el modulo en 4 partes iguales, para garantizar que sean irrigadas todas las áreas por igual, garantizando de esa forma su homogeneidad.

Módulo N° 8. Sistema de riego por goteo, convenio Terra Seeds.

Diagnostico.

Tipo de riego: Cinta de goteo T tape.

Tabla 13. Módulo N° 8. Sistema de riego por goteo, Terra Seeds.

ELEMENTOS.		
CANTIDAD.	UNIDAD.	DESCRIPCION.
1	Unidad (UN).	LLAVE DE 2 PULGADAS (EXISTENTE)
1	Unidad (UN).	LLAVE DE PVC ½ PULGADA (EXISTENTE)
1	GALON (GL).	MULTIPLE DE SUCCION 1 PULGADA
1	GALON (GL).	MULTIPLE DE DESCARGA 1 PULGADA
INYECCION DE FERTILIZANTE		
1	Unidad (UN).	SISTEMA DE INYECCION DE FERTILIZANTE CON VENTURI MANUAL
ESTACION DE FILTRADO		
1	Unidad (UN).	ESTACION DE FILTRADO 500 GPM: 2 TANQUES DE ARENA CON VALVULAS DE 1 PULGADA, VIAS, FILTRO DE DISCOS, ALIVIO DE AIRE

Imagen 13. Sistema de riego convenio Terra Seeds



Problemas.

En esta zona se debe realizar mantenimiento, ya que posee fugas en la tubería principal y en las cintas de riego; además tiene una pérdida de presión, lo que ocasiona que el riego no funcione homogéneamente.

Soluciones.

- ✓ Se realizó el arreglo de las fugas que tenía el modulo, se aplicó ácido fosfórico al sistema para que limpiara limos y arcillas acumulados en la tubería, que ocasionaban obstrucción de las mismas.
- ✓ Se cambió el 50 % de la cinta de riego, que estaba averiada, solucionando el problema de perdidas de agua en el modulo.
- Módulo N° 9. Sistema de riego instalación piscícola. Área 500 m².

Tabla 14. Módulo N° 9. Sistema de riego instalación piscícola.

ELEMENTOS.		
CANTIDAD.	UNIDAD.	DESCRIPCION.
5	Unidad (UN).	TANQUES DE GEOMEMBRANA
5	Unidad (UN).	ESQUELETO PARA SOPORTE
5	Unidad (UN).	LLAVE DE PASO
5	Unidad (UN).	LLAVE DE BOLA
1	Unidad (UN).	BOMBA DE AIREACION
20	Unidad (UN).	MANGUERAS POROSAS

Problemas.

En el sistema de piscicultura se deben arreglar las válvulas que presenten fugas, además de cambiar las llaves de paso.

Soluciones.

- ✓ Se cambiaron las llaves de paso que se encontraban averiadas.
- ✓ Se modificaron todas las llaves de pvc por llaves tipo bola galvanizadas.
- Módulo N° 10. Sistema de riego por micro aspersores, jardinería.
- ❖ Diagnostico.
No posee ningún daño.

Tabla 15. Diagnostico de modulos sistema de riego.

MODULO	nombre modulo	No laterales	Diámetro lateral (mm)	Longitud lateral (mts)	Espaciamiento entre laterales (mts)	Espaciamiento entre goteros o aspersores (mts)	Area bajo riego	Tipo de gotero	Tipo de aspersor	No aspersores o goteros por lateral	Q aspersor o gotero (LPH)	Q por lateral (LPH)	Q Modulo
1	aspersores potrero 1.	3	35	60	20	20	2160		nandan 5035g supra arboreo	3	345	348	
2	sistema de riego goteo cacao	8	12	7,2	1,5	0,4	86,4	manguera de riego por goteo hidrogol		18	2		
2		7	12	4,8	3	0,4	100,8			12	2		
2		2	12	5,6	3	0,4	33,6			14	2		
Total modulo 2		17					220,8			0	44	6	20
3	banco de proteina potrero 2.	6	20	32,1	10,7	10,8	2060,82		microaspersor rotora 5x5	3	550	553	2203
4	microaspersion citricos	4	20	100	25	4	10000		aspersores 427 hidrantes	4	23	27	119
5	pasto de corte potrero n.3	3	20	32	4	3	384		427 hidrantes (5035)naandian	8	3,45	11,45	39,05
6	aspersion entrada	4	25	60	15	15	3600		aspers 427 Bag	4	570	574	2854
7	goteo hortalizas	10,769	20	1246,2	1	0,2	17446,154	cinta de goteo t tape		1620	125	1745	204245
7	goteo hortalizas	10,769	21	1246,2	1	0,2	17446,154			1620	125	1745	204245
7	goteo hortalizas	10,769	22	1246,2	1	0,2	17446,154			1620	125	1745	204245
7	goteo hortalizas	10,769	23	1246,2	1	0,2	17446,154			1620	125	1745	204245
total modulo 7		43,077					69784,615			6480	500	6980	816980
8	goteo terra seeds	21,818	20	18,5	1,1	0,2	1614,5455	cinta de goteo t tape		92,5	2	185	370
8	goteo terra seeds	21,818	20	18,5	1,1	0,2	1614,5455			92,5	2	185	370
8	goteo terra seeds	21,818	20	18,5	1,1	0,2	1614,5455			92,5	2	185	370
8	goteo terra seeds	21,818	20	18,5	1,1	0,2	1614,5455			92,5	2	185	370

Tabla 16. Diagnostico de modulos sistema de riego, problemas y soluciones.

PROBLEMAS IDENTIFICADOS	SOLUCIONES
el arco de mando esta partido y fue sellado para evitar fugas, no existe modulo de riego de	instalar un modulo de riego por asperision.
sistema de riego por goteo, averiadas mangueras de riego, taponamiento en los goteros, una de las zonas no posee riego.	limpieza de las cintas mediante acido fosforico, corregir fugas, instalacion del area donde no posee riego.
aspersores con fugas, soportes caidos, taponamiento de boquillas, limpieza de los puntos de	correccion de fugas, colocar soportes resistentes, limpieza de microaspersores.
se encontraban 4 aspersores partidos, uniones dañadas y aspersores tapados	se deben comprar los aspersores y realizar una limpieza de estos
se tiene que realizar un mantenimiento, hacer pruebas de presion y colocar una base resistente	se deben comprar una bases para parar de forma adecuada los aspersores
hay cintas tapadas y se encuentran algunas fugas en los modulos	cambio de cinta de riego y colocar uniones de pvc para solucionar las fugas
se encuentra que los laterales estan muy largos lo que implica dividirlos en 4 bloques	se dividira en 4 lotes con el fin de no tener perdidas de presion

4.2.2 Actividades desarrolladas para lograr el objetivo específico Tres.

Objetivo específico Tres: Implementar la estación meteorológica y ponerla a trabajar en línea con el sistema de recolección de información de la Granja El Hangar de la UIS.

Imagen 14. Ficha técnica estación meteorológica.

Estación Meteorológica MultiLog PRO				
Entrada	Sensores	Rango	Sensibilidad	Precisión
	Temperatura	-25 + 110 °C	0.25°C	±2%
	Humedad	0 + 100 %HR	0.4%	±2%
	Presión Barométrica	800 + 1150 mBar	1mBar	±15mB
	Pluviómetro	ilimitado	0.2mm	±0.2mm
	Velocidad del viento	0 + 270 km/h	0.36km/h	±0.36km/h
	Dirección del viento	0 + 360 °	0.46°	±0.46°
Salida	Conexión de puerto serial al PC (RS-232)			
Ritmo de muestreo	Desde una muestra por hora hasta una muestra por segundo			
Memoria de muestras	104,000 muestras			
Presentación	2 líneas x 16 caracteres			
Suministro de Energía	Panel solar + pila recargable o energía externa			
Software	WeatherLab			
Transmisión RF	Frecuencia:	433MHz		
	Rango:	300 m (75 m en interiores)		
	Energía:	10dBm		
	Conformidad con ETS 300 - 220			
Conformidad con estándares	CE, FCC			

Fuente: ITP, sistemas recolección de datos.

Adecuación de la estación meteorológica.

- ✓ Se realizó una adecuación de la estación, donde se construyó una caseta de 5 metros de diámetro por 5 metros de longitud.
- ✓ Se despejó el suelo de arvenses, garantizando las medidas correspondientes de contar con un perímetro de 20 metros libre de obstáculos.
- ✓ Se creó un cerco perimetral con una malla fina, como una medida de seguridad, para evitar el ingreso de personas o animales que ocasionen alguna avería.
- ✓ Se construyó una base plana en donde se utilizaron los siguientes materiales: cemento, grava, arena y un medidor de nivel, para efectuar la nivelación de la superficie.

Imagen 15. Construcción base estación meteorológica.



Fuente: Fotografía tomada por los autores del proyecto.

Diagnostico estación meteorológica.

- ✓ En la estación meteorológica no funcionaba el panel de control, Multi logpro, ya que no encendía.
- ✓ La batería se encontraba descargada.
- ✓ El panel solar se hallaba sucio, lo que impedía la captación de los rayos solares.
- ✓ El software no poseía funcionamiento de arranque.
- ✓ La entrada de toma de energía al panel de control estaba descompuesta.

Soluciones.

- ✓ Se desarmo la estación meteorológica para realizarle un mantenimiento adecuado, se restauró la entrada del panel de control.
- ✓ Se compraron y se instalaron los cables de conexión del panel de control Multi logpro.
- ✓ Se hizo limpieza de todos los componentes de la estación.
- ✓ Se realizó enlace entre la estación meteorológica y el equipo de cómputo.

Instalación estación meteorológica.

- ✓ Se instaló la estación meteorológica, según las normas y parámetros adecuados para el buen funcionamiento, de manera que se registre información del clima, temperatura, humedad relativa, altura sobre el nivel del mar, vientos, localización geográfica y se enlaza con el equipo de cómputo, ubicado en la oficina principal de la granja.
- ✓ Esta información se recolecta diariamente, para así determinar el tiempo y la frecuencia de riego, también podemos conocer la dirección del viento para realizar el control fitosanitario del cultivo.
- ✓ De esta forma se hace conexión con el sistema de riego, haciendo de este uno de los sistemas más completos para el uso agropecuario.

Imagen 16. Estacion meteorológica.



Fuente: Fotografía tomada por los autores del proyecto.

4.2.3 Actividades desarrolladas para lograr el objetivo específico Cuatro.

Objetivo específico Cuatro: Elaborar plano del sistema con sus adecuaciones como demarcación de módulos, sectores y líneas de riego en el campo.

Levantamiento del plano de la granja El Hangar.

- ✓ Se realizó el levantamiento del plano utilizando el GPS lo que facilitó la toma de la información.
- ✓ Se empezó a realizar el registro de la información, comenzando desde la bocatoma (recolección del agua), se pasó a la tubería principal y se terminó con cada uno de los módulos.
- ✓ Este registro de información se recogió en un formato, donde se apuntaban los datos de las distancias y tipos de calibres de la tubería.
- ✓ De esta manera se realizó el levantamiento del plano, donde se ilustran las mediciones y el recorrido de las tuberías.

- ✓ Después se entregó esta información a la persona encargada de plasmar el plano, utilizando un software de diseño, AutoCAD, exportando una copia en formato PDF para trabajarlo en campo.

Diseño de redistribución sobre planos del sistema de riego de la granja El Hangar.

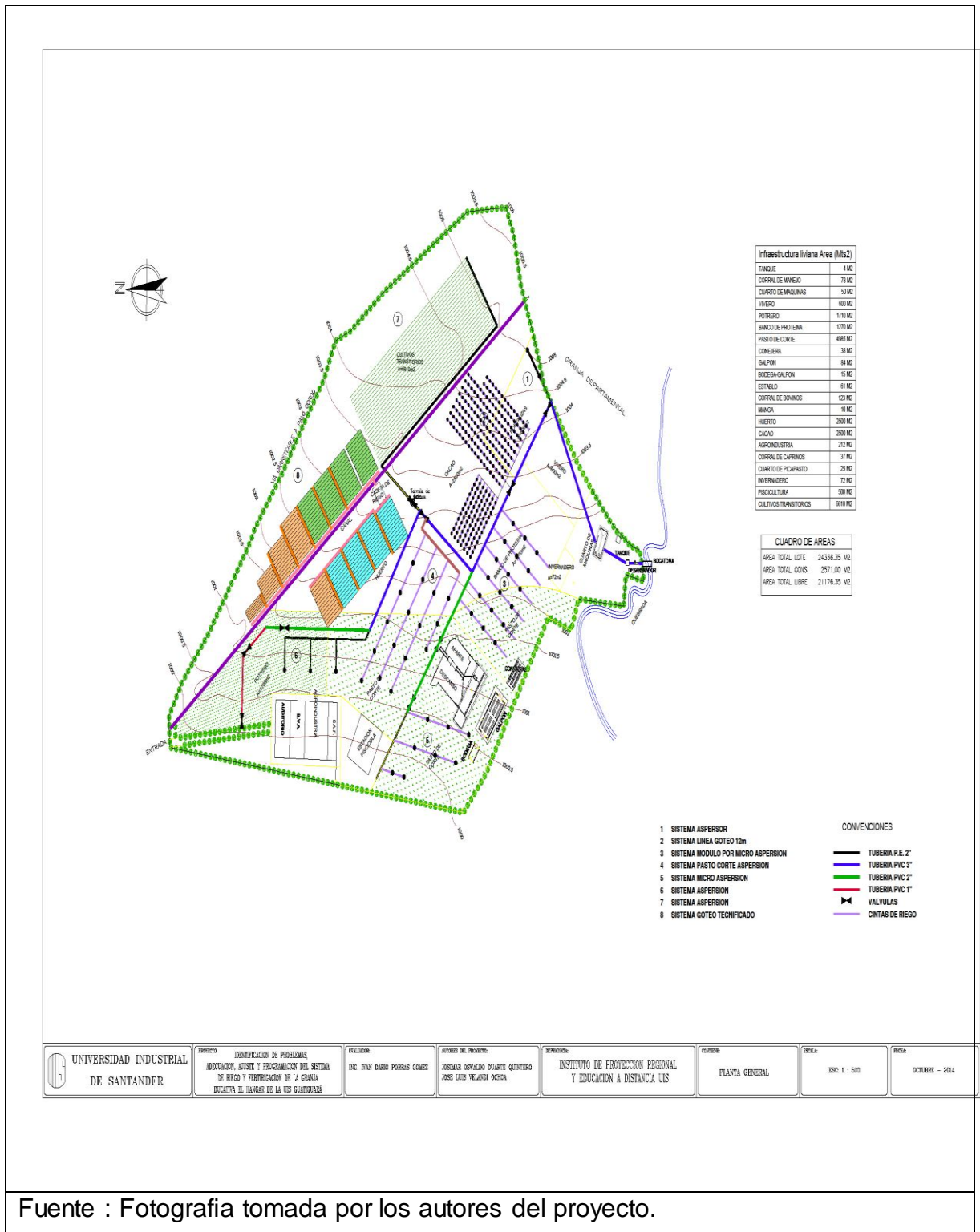
- ✓ Se realizó una redistribución del riego, ya que había sectores a los cuales no llegaba el agua.
- ✓ Se trasladaron y cambiaron la dirección de algunas tuberías para que llegara el fluido del agua de riego en su totalidad.
- ✓ Esta redistribución se realizó por que la tubería principal presentaba muchas anomalías y no llegaba a ciertos lugares donde se necesita la irrigacion.
- ✓ Se diseño un plano con datos de campo, donde se esquematizo la tabla de redistribución del módulo.

Imagen 17. Formato para distribución modulos de riego.



Fuente : Fotografía tomada por los autores del proyecto.

Imagen 18. Plano final sistema de riego granja educativa El Hangar



Fuente : Fotografia tomada por los autores del proyecto.

4.3 CRONOGRAMA DE TRABAJO.

Tabla 17. Cronograma de Trabajo.

Actividad.	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
Realizar el diagnostico, definir los problemas, plantear las soluciones a los módulos de fertirrigacion y del sistema de riego en general.				
Solucionar los problemas definidos mediante tecnologías adecuadas para ese fin. Efectuar el montaje de la estación meteorológica y enlazarla con el programa de la granja El Hangar de la UIS.				
Elaboración del plano sistema de riego granja El Hangar.				
Demarcar módulos, sectores, líneas de riego en el campo.				
Corrección proyecto.				
SUSTENTACION.				

4.3 RESULTADOS.

Después de efectuar las respectivas actividades e implementar las correcciones se debio instalar un modulo de riego por aspersión, para solucionar la problemática del Modulo N° 1; el Modulo N° 2 requirio de una limpieza de las cintas de riego, mediante el uso de acido fosforico, además se corrigieron las distintas fugas y se extendieron las líneas de dsitribucion para irrigar un área al cual no llegaba el agua.

En el Modulo N° 3 se corrigieron las fugas de las líneas de riego, se instalaron soportes resistentes y se les hizo un mantenimiento a los microaspersores; para el Modulo N° 4 se compraron e instalaron los aspersores de esta área, ya que los anteriores no eran recuperables debido a su estado de deterioro.

En el Modulo N° 5 adquirieron bases adecuadas para el soporte de los aspersores, ya que se habían usado materiales de desecho existentes en la granja El Hangar; al Modulo N° 7 se le efectuo un cambio de las cintas de riego, por material nuevo, se adaptaron uniones en pvc en los sitios mas críticos,

solucionando el problema de los escapes constantes del recurso hídrico; el Modulo N° 8 fue reestructurado, distribuyendo las líneas de riego en 4 sectores que se pueden operar de manera independiente, así resolvieron las bajas presiones presentadas en este sector, que no permitía el funcionamiento correcto de los emisores.

Tabla 18. Relación caudales módulos.

Modulo N°.	Área de Riego (m ²).	Caudal inicial - litros por hora (lph).	Caudal final - litros por hora (lph).
1	2.160,00	345,00	348,00
2	220,80	44,00	50,00
3	2.060,82	550,00	553,00
4	10.000,00	23,00	27,00
5	384,00	3,45	11,45
6	3.600,00	570,00	574,00
7	69.784,62	6.480,00	6.980,00
8	6.458,18	370,00	740,00

4.4 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

Comprobando las nuevas adecuaciones realizadas en el sistema de riego de la granja El Hangar, se concluye que al optimizar el sistema mediante tecnologías de punta y teniendo en total funcionamiento el riego, se observa un mejor manejo de la granja reduciendo tiempo en las labores, obteniendo cultivos más productivos y utilizando eficientemente las fertilizaciones y el agua, dando como resultado un menor costo de producción, lo que equivale a una granja con mejor rentabilidad.

Las instalaciones de la estación meteorológica, tecnología que pocos sistemas de riegos poseen, hacen de esta tecnología un valor agregado, que sirve para tener unos parámetros confiables y efectivos en cuanto a la recolección de la información en cuanto a clima como: humedad relativa, temperatura, velocidad y

dirección de los vientos, pluviosidad, lo que nos facilita conocer y programar la cantidad de agua a utilizar, frecuencia e intervalo de riego.

La creación de un gráfico de distribución del sistema de riego, nos facilita diferenciar e indicar las zonas donde se extiende la tubería que conduce el recurso hídrico hacia los módulos utilizados; además de proveernos un medio de georeferenciación que nos ayude a programar eficientemente el funcionamiento del sistema de irrigación.

4.5 PRESUPUESTO.

Tabla 19. Presupuesto

Costo de materiales e insumos utilizados en el proyecto.				
Costo de captación y almacenamiento de agua.				
Concepto.	Cant.	Unidad medida.	Valor Unitario.	Valor total.
Mano de obra.	4	Jornales	25.000	100.000
Tapones roscados 4 Pulgadas.	2	Unidad	25.000	50.000
Malla poli sombra.	4	metros	1.250	5.000
Costo implementación estación meteorológica.				
Mano de obra.	1	Jornales	25.000	25.000
Cemento.	1	Bulto 50 k	25.000	25.000
Gravilla.	5	Bulto 5 k	10.000	50.000
Arena.	1	Bulto 50 k	10.000	10.000
Mantenimiento Multilog pro.	1	Servicio técnico.	50.000	50.000
Instalación y puesta en funcionamiento de la estación meteorológica.	1	Servicio técnico.	50.000	50.000
Insumos.				
Herbicida a base de Glifosato.	1	Galon.	48.000	48.000
Herbicida a base de Sulfonilureas.	1	250 cc	24.000	24.000
PRESUPUESTO			TOTAL	437.000

5. CONCLUSIONES

Con el cumplimiento de los objetivos del plan de mejoramiento se realizó la optimización al máximo de los recursos implementados inicialmente , debido a la mala planeación y al uso inadecuado de los componentes del sistema; con las debidas adecuaciones se obtuvo un porcentaje significativo de eficiencia en el apoyo a las actividades de producción de la granja; siendo este sistema en su totalidad un aporte al aprendizaje dirigido, con el que cuenta los programas de Tecnología Agroindustrial y Producción Agroindustrial. Además al realizarse convenios con otras instituciones educativas, que posean programas similares, podemos contar con un entorno adecuado, efectivo y planificado de un sistema de irrigación para diferentes tipos de cultivos.

La utilización del riego por goteo excluye sustantivamente las perdidas cuando se presentan tiempos de sequias extensas, tan frecuentes en nuestras producciones agropecuarias, por la climatología de la zona; la inclusión de esta variación del sistema nos permite tener independencia de los ciclos de lluvias, este factor nos permite programar los tiempos de siembra y desarrollo, para sostener un núcleo de producción agrícola el tiempo necesario que requiera el cultivo.

Con la creación de algunas herramientas tecnológicas, mas la adecuación, restauración y reparación de las existentes, se integraron todos los componentes de infraestructura, conocimientos, capital humano, creando una sinergia para mejorar el sistema de riego; actualmente se cuenta con un grafico de distribucion total de las líneas de suministro hidrico, lo que nos permite identificar los puntos importantes del mismo, planificando los recorridos de verificación y mantenimiento (preventivo – correctivo) de todas las piezas que componen el sistema.

La estación meteorológica permite la programación automática de las válvulas por los módulos establecidos, según los datos climatológicos registrados por la estación, usando el software especializado que posee, nos permite hacer cálculos específicos que se traducen en un uso eficiente, aplicación dosificada y distribución controlada del agua disponible, para llevar este recurso a las plantas, prados, cultivos y demás proyectos establecidos en la granja El Hangar.

El presente estudio de mejoramiento y optimización del sistema de irrigación de la granja educativa El Hangar nos permite determinar mejores resultados, con lo cual se consigue un sistema estable, para reducir los costos de producción a valores mínimos, ya que se ha diseñado un prototipo capaz de simplificar el trabajo a los estudiantes, mediante un sistema de fertirrigación eficaz y automatizado.

6. RECOMENDACIONES

El sistema de riego y fertirrigación manejado de forma eficiente, nos permite controlar el suministro de agua, elemento de vital importancia para el desarrollo de los cultivos tecnificados que son los más rentables en el sector agropecuario.

El empleo del sistema de riego permite una independencia de los ciclos de lluvias, así se logran programar las siembras, para aprovechar épocas de mejores precios, a la vez se obtienen productos de mayor calidad y rendimientos superiores al promedio de los que se encuentren en otras granjas productivas de la zona.

Una programación de riego eficiente maximiza el retorno de inversión en elementos como semillas, fertilizantes, terrenos y otros agro insumos; algunos sistemas de irrigación, la gran mayoría, no cuentan con un método de programación consistente, por lo que quizás estén aplicando menos agua de la necesaria, en este caso el rendimiento del cultivo se verá reducido incluso antes de iniciar la etapa productiva de las diferentes especies vegetales establecidas.

En otro sentido, es posible que se sobre irrigue el cultivo, con lo cual se presentan porcentajes de humedad altos, este factor induce en la generación de enfermedades fitosanitarias, ya que la saturación hídrica de los suelos es la condición propicia para la proliferación de actividad fúngica, originando pudriciones a nivel radicular, reduciendo el potencial productivo en los cultivos, especialmente en los de alto valor.

Con la adopción del sistema de riego se debe dar seguimiento, a través de talleres de capacitación en operación y mantenimiento del sistema; más profundizado como aplicación de riego en los cultivos y sobre todo con relación a las prácticas

de manejo, adecuación de una buena producción lo cual mejorara su nivel de vida e ingresos económicos.

Monitorear permanentemente el funcionamiento del sistema de riego en la granja El Hangar, para lograr tener un registro de datos sobre los requerimientos hídricos de los cultivos en las diferentes épocas del año.

BIBLIOGRAFIA

Disponible en : <http://normasamco.blogspot.com/2010/02/normatividad-sobre-el-agua.html>.

FERTIRRIGACION. Autor : Leoncio Martínez Barrera , Ingeniero Agrónomo, Ph.D. Departamento de Recursos Naturales. Editora : Ana María Lafuente Zuleta, Periodista. Departamento de Recursos Naturales. Impresión : CROMOgraf Ltda. Paginas 75 y 76.

Ley 373 de 1997, “por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua”.

MANUAL DE FERTIRRIGACIÓN, Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR), Gobierno Regional de Atacama, Comisión Nacional de Riego (CNR) (Departamento de Proyectos) Oficina Técnica Huasco, 1998, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACION INTIHUASI. Chile.

Revista ASOHOFRUCOL 2010, frutas y hortalizas , diciembre de 2010, Pag 47.

Universidad nacional abierta y a distancia. Modulo seminario de investigación, Unidad 3: proceso de recolección de información, capítulo 2: técnicas para recolección de información primaria Disponible en: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/109105/seminario%20de%20investigacion%20posgrado/capitulo_2_tcnicas_para_la_recoleccion_de_informacin_primaria.html.