UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

TESIS DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

TEMA:

"Diseño, Cálculo y Construcción de una Cancha de Fútbol Implementada con Infraestructura de Riego y Drenaje en la Facultad de Ingeniería Agrícola".

MODALIDAD: TRABAJO COMUNITARIO

AUTORES:

ANDRÉS LEONARDO LUCIO VENEGAS

JORGE DANIEL TOALA VALENCIA

JUAN GABRIEL VERGARA VERGARA

JUAN MIGUEL GARCÍA CABRERA

DIRECTOR DE TESIS:

ING. AMADOR AUXILIO CALDERÓN CEDEÑO Mg. Sc.

SANTA ANA – MANABÍ–ECUADOR

2015

TEMA:

“Diseño, Cálculo y Construcción de una Cancha de Fútbol Implementada con Infraestructura de Riego y Drenaje en la Facultad de Ingeniería Agrícola”.

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis a mi familia:

A mi Adorada abuelita Hilda García Pin que desde el cielo me cuida, por sus concejos y los valores que sembró en mí, que siempre han sido mi mayor motivación y haber logrado ser una persona de bien.

A mi padre Gonzalo Leonardo Lucio García, por su incondicional apoyo, sus concejos, su ejemplo y demostrarme que todo en la vida se puede lograr si se persevera. A mi madre Carmen Venegas González por creer en mí, por su paciencia y su constante preocupación en mi educación académica, y sobre todo por su amor brindado.

Finalmente a mis hermanas mayores Fernanda, Hilda y Diana por haber sido mi ejemplo a seguir, y que con sus deseos de superación han sido mi mayor inspiración para lograr mis metas.

ANDRÉS LUCIO

DEDICATORIA

El presente trabajo comunitario se lo dedico en primer lugar a Dios por darme la vida y fuerzas, para realizar las metas que me he propuesto a lo largo de mi vida.

A mis padres ya que han sido el pilar fundamental para lograr mis objetivos propuestos y a la vez, apoyarme incondicionalmente en mi formación académica.

Agradezco también a mis hermanos, familiares, compañeros, amigos, ingenieros, entre otros, por sus consejos y por todo el apoyo que recibí de cada uno de ellos para alcanzar uno de los objetivos propuestos y obtener el título de Ingeniero Agrícola que será de gran ayuda en mi vida diaria.

JORGE TOALA

DEDICATORIA

El presente trabajo está en primer lugar dedicado a nuestro Padre Celestial por haberme guiado y darme las fuerzas necesarias para nunca rendirme, para vencer todos los obstáculos que se han presentado ante mí, los cuales he sobrellevado con perseverancia, dedicación y fuerza de voluntad.

A mis padres: Carmen Vergara y Juan Vergara, que me dieron la vida y desde muy pequeño me enseñaron a pensar en grande, a pensar que el futuro no está escrito y que cada persona lo forja con esfuerzo, dedicación, perseverancia, actitud y voluntad.

A mis hermanas que siempre estuvieron allí para brindarme su apoyo incondicional. A mis familiares, a mis amigos (as), compañeros (as) de clases, quienes creyeron en mí y me desearon lo mejor.

JUAN VERGARA

DEDICATORIA

“Los grandes logros no son hechos por la fuerza, sino por la perseverancia”.

Propongo este proyecto primordialmente a Dios, por ser el amigo que nunca falla y ser el promotor de mi existencia. Porque sin ayuda de él, no podría estar aquí en donde me encuentro ahora.

A mis padres: Fresia Cabrera y Freddy García, quienes con amor y cariño haberme dado la vida, por su esfuerzo, confianza que día a día me brindan, comprensión y apoyo para poder sobreponerme en los momentos tan difíciles de mí vida y así poder alcanzar este tan anhelado logro, el cual más que mío es de ellos.

A mi Esposa e Hijo, por fomentarme a cumplir este sueño que ahora se convierte en realidad, y contar siempre con su apoyo y ser siempre mi aliento para no desmayar nunca, para así poder ser un modelo a seguir en nuestro hijo. A mi hermana, familiares y amigos que de una u otra manera, han sido un soporte primordial en mi vida.

JUAN GARCÍA

AGRADECIMIENTOS

“En la vida sino conocemos el esfuerzo, el sacrificio y la derrota; jamás conoceremos el verdadero sabor del éxito”.

Principalmente a Dios por brindarnos la inteligencia suficiente para poder cumplir nuestros objetivos y llegar a la meta.

De parte de los autores de la presente, queremos mostrar gratitud y buenos deseos a cada una de las personas que directa e indirectamente nos han bridado su apoyo en el cumplimiento de las metas propuestas y alcanzadas; así como también a la realización de esta tesis, requisito previo para nuestra titulación.

En Especial:

A nuestro director de tesis Ing. Amador Calderón que con su experiencia, sabiduría y paciencia nos supo guiar desde principio a fin en la realización de nuestra tesis.

A todos y cada uno de nuestros profesores, que nos brindaron sus conocimientos y sobre todo su amistad y compañerismo.

A nuestro Decano Ing. César Jarre y Vicedecano Ing. Walter Núñez por siempre estar prestos a brindarnos su ayuda de una manera oportuna.

A los profesores miembros del tribunal de revisión por garantizar la redacción de nuestra tesis.

A la Universidad Técnica de Manabí y en especial a la Facultad de Ingeniería Agrícola, por abrirnos las puertas desde el primer día de nuestra vida como universitarios. Los llevaremos en el corazón y siempre mantendremos en alto nuestra querida Facultad.

Por último, a todos y cada una de las personas que fueron parte de este sueño, porque directa o indirectamente estuvieron allí desde el principio, hasta el cumplimiento de esta meta.

LOS AUTORES

CERTIFICACIÓN

Ing. Amador Calderón Cedeño, Mg. Sc.
DIRECTOR DE TESIS

Quien suscribe la presente, Director de la Tesis titulada: "DISEÑO, CÁLCULO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA CANCHA DE FÚTBOL IMPLEMENTADA CON INFRAESTRUCTURA DE RIEGO Y DRENAJE EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA" es trabajo original de los señores: Andrés Leonardo Lucio Venegas, Juan Gabriel Vergara Vergara, Jorge Daniel Tóala Valencia, Juan Miguel García Cabrera; previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrícola, que esta ha sido desarrollada bajo mi dirección y la supervisión periódica de quienes forman el Tribunal Examinador.

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.

Santa Ana, Abril 20 de 2015

_____

Ing. Amador Calderón Cedeño, Mg. Sc.
DIRECTOR DE TESIS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

TEMA:

"Diseño, Cálculo y Construcción de una Cancha de Fútbol Implementada con Infraestructura de Riego y Drenaje en la Facultad de Ingeniería Agrícola".

TESIS DE GRADO

Sometida a consideración del Tribunal Examinador como requisito previo a la obtención del Título de:

INGENIERO AGRÍCOLA

APROBADA

Ing. César Jarre Cedeño, Mg. Sc.
DECANO FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

Ing. Amador Calderón Cedeño, Mg. Sc.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Gilberto Jarre Cedeño, Mg. Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Adrián Reyna García, Mg.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Edward Gutiérrez Navia, Mg. Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARATORIA DE AUTORIDAD

Las ideas, resultados, conclusiones y recomendaciones del presente Trabajo Comunitario, es de responsabilidad única y exclusiva del intelecto de los autores pertenecientes a la Universidad Técnica de Manabí

Santa Ana, Abril 20 de 2015

Andrés Leonardo Lucio Venegas AUTOR	Jorge Daniel Tóala Valencia AUTOR
Juan Gabriel Vergara Vergara AUTOR	Juan Miguel García Cabrera AUTOR

RESUMEN

El proyecto denominado "**Diseño, Cálculo y Construcción de una Cancha de Fútbol Implementada con Infraestructura de Riego y Drenaje en la Facultad de Ingeniería Agrícola"** se realizó en la modalidad de trabajo comunitario planteándose como objetivo diseñar, calcular y construir una cancha de fútbol para nueve jugadores (llamada futbol 9), implementada con su sistema de riego y drenaje. Dicha cancha cuenta con dimensiones de 43 metros de ancho y 70 metros de longitud.

Para la construcción de la cancha realizaron las siguientes etapas: Analizar y mejorar las características del terreno para la construcción de la plataforma de la cancha de fútbol, realizar el diseño agronómico de acuerdo a las necesidades hídricas de la plantación de césped (Bermuda Grass) y efectuar el diseño hidráulico para determinar las tuberías del sistema de riego y determinación de la potencia de bombeo.

En la preparación de la plataforma se procedió a realizar: limpieza y desbroce de la superficie, un cambio de suelo con volumen de 675 m^3 de limo e implementación de sustrato (estiércol) con un volumen de 338 m^3; y un drenaje superficial por desnivel. Luego, se procedió a la instalación del sistema de riego fijo por aspersión, para esto se necesitó la construcción de una estación de bombeo con un caudal de 4.5 m^3 alimentada por una canal de riego secundaria que atraviesa el campus de la facultad derivada de la represa Poza Onda, para ello se instaló una bomba eléctrica de 5 Hp que mueve 15 emisores tipos turbina POP-UP; además, se realizó la construcción de un sistema de drenaje por laterales la cual drenara el exceso de agua del campo. Por último, se realizó la siembra manual directa en el terreno con el uso de 25 kg de semilla Bermuda Grass y se realizó un mantenimiento pre-emergente y post-emergente de fertilizantes y agroquímicos.

La cancha de fútbol está diseñada para alojar a 9 jugadores por equipo dentro del campo de juego, el cual cuenta con dimensiones de 70 por 30 metros de longitud, respectivas delimitaciones y acabado.

SUMARY

The project "Design, calculation and construction of a soccer Implemented with Irrigation and Drainage Infrastructure in the Faculty of Agricultural Engineering " was held in the form of community work aimed considering design, calculate and build a soccer field for nine players (also called football 9), implemented with its irrigation and drainage system. This court has dimensions of 43 meters wide and 70 meters long.

For the construction of the court they took the following steps: Analyze and improve the terrain for the construction of the platform for the football, make the agronomic design according to the water needs of the plantation of grass (Bermuda Grass) and Upon hydraulic design to determine the irrigation system pipes and determination of the pumping power.

In preparing the platform proceeded to perform cleaning and clearing of the surface, a change in soil volume of 675 m3 of silt and implementation substrate (manure) with a volume of 338 m3; and surface drainage slope. Then was proceeded to the installation of the irrigation system fixed spray for this building a pumping station is needed at a flow rate of 4.5 m3 fed by a canal secondary irrigation that crosses the campus of power resulting from the dam *Poza Honda*, for this electric pump that moves 15 5Hp issuers POP-UP type turbine was installed; moreover, the construction of a drainage system side which drain the excess water was conducted field. Finally, direct manual planting in the field was conducted using 25 kg seed Bermuda Grass and a pre-emergent and post-emergent fertilizer and agricultural maintenance was performed.

The soccer field is designed to accommodate nine players per team on the field of play, which has dimensions of 70 by 30 meters in length, respective boundaries and finishing.

ÍNDICE

Índice de Contenido

1. DENOMINACIÓN DEL PROYECTO. 1
2. LOCALIZACIÓN. 1
3. FUNDAMENTACIÓN. 1
3.1. Diagnóstico de la Comunidad. 2
3.2. Identificación de Problemas. 3
3.3. Priorización de Problemas. 5
4. JUSTIFICACIÓN. 6
5. OBJETIVOS. 7
5.1. Objetivo General. 7
5.2. Objetivos Específicos. 7
6. MARCO REFERENCIAL. 8
6.1. FÚTBOL 8
6.2. ACTIVIDAD FÍSICA EN EL FÚTBOL. 8
6.3. CAMPOS DE FÚTBOL. 9
6.4. PREPARACIÓN DEL CAMPO. (Outils Wolf, 2015) 11
6.5. SIEMBRA. (Outils Wolf, 2015) 16
6.6. MANTENIMIENTO DE LA CANCHA. 19
6.7. EL RIEGO (Bravo, Mieles, Velasco, & Vera, 2008). 21
6.7.1. Componentes de un Riego Automático. 22
6.7.2. Métodos de riego. 26
6.7.3. Sistema de riego por aspersión. 29
6.7.4. Frecuencia. 33
6.7.5. Volumen de riego. 33
6.7.6. Diseño Agronómico. 34
6.7.7. Diseño Hidráulico. 36
6.8. SISTEMA DE DRENAJES. 45
6.8.1. Canchas sin drenaje. 45
6.8.2. Canchas con tuberías de drenaje. 46
7. BENEFICIARIOS. 47
7.1. Beneficiarios Directos. 47

7.2. Beneficiarios Indirectos. 47
8. METODOLOGÍA. 48
8.1. Métodos. 48
8.2. Técnicas. 48
8.3. Herramientas. 48
8.4. Actividades del proyecto: 49
8.4.1. Descripción y ubicación del área del proyecto. 49
8.4.2. Levantamiento Planimétrico. 49
8.4.3. Determinación de los parámetros hidrofísicos del suelo. 49
8.4.4. Diseño y Construcción de la Plataforma del Campo de Juego. 50
8.4.5. Determinación de la Evaporación y Evapotranspiración del césped. 52
8.4.6. Diseño Agronómico. 53
8.4.7. Diseño Hidráulico. 54
9. RECURSOS UTILIZADOS. 59
9.1. Humanos. 59
9.2. Materiales y Equipos. 59
9.3. Financieros. 60
10. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS EN LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA. 61
10.1. Descripción y ubicación del área del proyecto. 61
10.2. Levantamiento Planimétrico. 61
10.3. Parámetros Hidrofísicos del Suelo. 62
10.4. Determinación de la Evapotranspiración del césped. 62
10.5. Diseño Agronómico. 62
10.6. Diseño Hidráulico. 63
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. 65
11.1. CONCLUSIONES. 65
11.2. RECOMENDACIONES. 66
12. SOSTENIBILIDAD Y SUSTENTABILIDAD. 67
13. CRONOGRAMA VALORADO. 68
14. BIBLIOGRAFÍA 70

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1.- Evaporación de referencia..... 53
Ecuación 2.- Evapotranspiración de cultivo..... 54
Ecuación 3.- Dosis neta de riego..... 54
Ecuación 4.- Dosis total de riego 55
Ecuación 5.- Intervalo de riego 55
Ecuación 6.- Longitud de laterales..... 57
Ecuación 7.- Longitud ficticia del lateral..... 57
Ecuación 8.- Caudal del lateral 58
Ecuación 9.- Pérdida de carga máxima admisible lateral 58
Ecuación 10.- Pérdida de Carga por Fricción lateral 58
Ecuación 11.- Área útil de la tubería principal 59
Ecuación 12.- Diámetro de la Tubería principal 59
Ecuación 13.- Pérdida de Carga por Fricción principal 60
Ecuación 14.- Pérdida de Cargas por Fricciones Totales..... 60
Ecuación 15.- Cálculo de Pérdidas Menores o Localizadas 60
Ecuación 16.- Pérdidas de Cargas Localizadas Totales 61
Ecuación 17.- Pérdida de Carga Total..... 61
Ecuación 18.- Cabeza Dinámica Total..... 61
Ecuación 19.- Potencia de la bomba 62

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1.- Semilla (Bermuda Grass)..... 17
Ilustración 2.- Tepe. 18
Ilustración 3.-Césped sembrado por estolones..... 19
Ilustración 4.- Programador de riego automatizado..... 22
Ilustración 5. Electroválvulas..... 23
Ilustración 6. Llaves de paso..... 24

Ilustración 7. Tubería de Polietileno. 24
Ilustración 8.- Accesorios. Fuente:..... 25
Ilustración 9. Reductor de presión. 25
Ilustración 10.- Emisor de riego. 26
Ilustración 11.- Riego superficial. 27
Ilustración 12.- Riego por aspersión. 27
Ilustración 13.- Riego por goteo. Fuente:..... 28
Ilustración 14.-Riego subterráneo. Fuente: 28
Ilustración 15.-Sistema de riego por aspersión. 29
Ilustración 17.- Sistema de drenaje 46

Índice de Tablas

Tabla 1.- Resultado de encuestas 4
Tabla 2.- Medidas del campo para fútbol 9..... 9

1. DENOMINACIÓN DEL PROYECTO.

"Diseño, Cálculo y Construcción de una Cancha de Fútbol Implementada con Infraestructura de Riego y Drenaje en la Facultad de Ingeniería Agrícola".

2. LOCALIZACIÓN.

El presente trabajo comunitario se realizó en los predios del Campus de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Técnica de Manabí, ubicada en la Parroquia Lodana del Cantón Santa de la Provincia de Manabí. Geográficamente se encuentra localizada con Latitud: 01° 10' 25" Sur, Longitud: 80° 23' 14" Oeste y Altura aproximada: 60 msnm (ver anexo 1).

3. FUNDAMENTACIÓN.

La Universidad Técnica de Manabí fue creada por Decreto Legislativo del 29 de Octubre de 1952. Desde su inicio nace con las escuelas de Ingeniería Agrícola y de Medicina Veterinaria, la escuela de Ingeniería Agrícola es pionera en América Latina y se funda como Facultad a partir del 30 de Julio de 1968.

Uno de los requisitos fundamentales para la titulación de los estudiantes egresados de la Facultad de Ingeniería Agrícola, es demostrar sus capacidades profesionales y los conocimientos adquiridos durante sus años de estudio y esto se lo efectúa a través de la realización de una tesis de grado, basada en una de las siguientes modalidades: Investigación Diagnóstica o Propositiva, Generación de Empresas, Trabajo

Comunitario, Experiencia Profesional, Práctica en Docencia y Pasantía en la práctica de servicios.

El presente proyecto "Diseño, Cálculo y Construcción de una Cancha de Fútbol Implementada con Infraestructura de Riego y Drenaje en la Facultad de Ingeniería Agrícola", se lo realizó bajo la modalidad de Desarrollo Comunitario para así poder beneficiar a toda la comunidad estudiantil que pertenece a la Facultad de Ingeniería Agrícola y la colectividad en general de la Parroquia Lodana.

Y esto se realizó en vista que la Facultad de Ingeniería Agrícola cuenta con nuevos predios los mismos que no cuentan con instalaciones deportivas, y conociendo las necesidades del sector y sabiendo que la comunidad no cuenta con áreas donde se pueda realizar actividades de sano esparcimiento y deporte; y contando con el apoyo de las autoridades de la Universidad Técnica de Manabí, para así poder poner en práctica todos nuestros conocimientos de la profesión, mediante la implementación de este proyecto que va acorde a la preparación formativa en áreas del conocimiento tales como, levantamiento y preparación del suelo, pruebas de laboratorio de suelos, levantamiento topográfico del terreno, cálculos de los sistemas de riego, diseños hidráulicos, diseños Agronómicos del cultivo, implementaciones de siembra de césped, mantenimiento de la cancha y entre otros campos de acción de la Ingeniería Agrícola, lo que nos permite fundamentar de una manera objetiva este trabajo de Tesis de Desarrollo Comunitario.

3.1.Diagnóstico de la Comunidad.

El 13 de octubre de 1958 el Honorable Consejo Universitario crea la Facultad de Ingeniera Agrícola, que inicia sus labores el 30 de julio de 1968. La misma que con el pasar de los años ha logrado un elevado nivel académico y prestigio en dicho establecimiento de Educación Superior.

Además la Facultad de Ingeniería Agrícolas encuentra en un proceso de cambio que tiene como objetivo el desarrollo y la constante mejoría de los conocimientos impartidos por los docentes incorporando nuevas Tecnologías y sistemas integrados de desarrollo institucional por lo que existe el interesen el bienestar y la salud estudiantil, por ello, se hace necesario la incorporación deportiva gracias al presente proyecto.

En dicha comunidad solo existe una cancha de indor que pertenece a la parroquia y que está al servicio de la comunidad. Por ello, la construcción de esta infraestructura deportiva tiene el visto bueno por los habitantes del sector, porque esta cancha también estará al servicio de la comunidad.

3.2.Identificación de Problemas.

Para identificar determinados problemas, fue de mucha importancia la técnica de observación directa y la encuesta, lo cual nos permitió observar que sin la necesidad que exista un problema grave en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Agrícola si se consideró como un problema el no contar con áreas donde se pueda realizar actividades de sano esparcimiento y deporte, la encuesta realizada a la comunidad Universitaria de la Facultad de Ingeniería Agrícola, nos permitió priorizar las necesidades más relevantes dentro del conglomerado que formó parte de esta encuesta.

Los puntos más sobresalientes del resultado de la encuesta son los siguientes:

- Falta de áreas verdes.
- Aumento de espacios deportivos.
- Falta de un bar-comedor universitario.

Para reconocer el tamaño de la muestra, se identificó una población de 170 estudiantes. El porcentaje de fiabilidad es de 90 %, un error del 10 %, con las probabilidades de ocurrencia y no ocurrencia del 50 %, dando como resultado un muestreo a 40 individuos (ver anexo 2).

Opciones	**Individuos**	**Porcentaje**
A.- Falta de áreas de descanso.	5	12.5 %
B.- Falta de espacios deportivas.	24	60 %
D.- Falta de un bar-comedor universitario.	10	25 %
E.- No hace existen problemáticas.	1	2.50 %
TOTAL	**40**	**100 %**

Tabla 1.- Resultado de encuestas
Fuente: autores de Tesis

Gráfico 1.- Resultados de encuestas
Fuente: autores de Tesis

3.3.Priorización de Problemas.

Una vez identificado algunos de los principales problemas que se encontró gracias a la encuesta, llegamos a la conclusión que uno de los problemas más relevante fue: el aumento de los espacios deportivos en la Facultad de Ingeniería Agrícola.

La construcción de la cancha abonará bienestar, salud, desarrollo físico e Intelectual a quienes la utilicen y disminuirá la tensión y estrés propios de las jornadas académicas. Así mismo, con ellos se fomentará el deporte y el sano esparcimiento, que sin duda alguna mejorará las actitudes y aptitudes de la comunidad académica de la Facultad de Ingeniería Agrícola, a su vez dando a demostrar y poniendo en práctica nuestros conocimientos adquiridos en el transcurso de nuestra vida universitaria.

4. JUSTIFICACIÓN.

Las nuevas instalaciones de la Facultad de Ingeniería Agrícola no cuentan con infraestructura deportiva de ningún tipo, que cubra la demanda de espacios físicos de esparcimiento deportivo y recreacional tal como lo garantiza la "CONSTITUCIÓN DEL ECUADOR 2008", en el artículo 381, sección sexta cultura física y tiempo libre, Título XII Régimen del Buen Vivir que menciona *"El Estado protegerá, promoverá y coordinará el deporte, la cultura física y la recreación como actividades que contribuyen a la salud, formación y desarrollo integral de las personas":*

Proyectando el crecimiento acelerado que en los últimos tiempos instauran las facultades agropecuarias, es imprescindible que exista un espacio deportivo que albergue a los casi doscientos alumnos de la comunidad académica agrícola, por este motivo la construcción de una cancha de fútbol que preste las condiciones adecuadas es una necesidad plenamente justificada.

Además, en la construcción de una cancha de fútbol se logra aplicar conocimientos adquiridos dentro del pénsum de estudio que se imparte en esta facultad, y así, cumplir con este requisito previo a la obtención de Título de Ingeniero Agrícola.

5. OBJETIVOS.

5.1.Objetivo General.

"Diseñar, Calcular y Construir una Cancha de Fútbol Implementada con Infraestructura de Riego y Drenaje en la Facultad de Ingeniería Agrícola".

5.2.Objetivos Específicos.

- Analizar y mejorar las características del terreno para la construcción de la plataforma de la cancha de futbol.
- Realizar el Diseño Agronómico de acuerdo a las necesidades hídricas de la plantación (Césped- Bermuda Grass).
- Efectuar el Diseño Hidráulico para determinar las tuberías del sistema de riego y la potencia de bombeo.

6. MARCO REFERENCIAL.

6.1.FÚTBOL

El fútbol proviene de la palabra Inglesa football, que significa “pie” y “pelota”, también conocido como balompié. Es un deporte que se juega sobre un campo rectangular con dos porterías entre dos equipos de once jugadores con una pelota esférica (David, 2014). Es considerado el deporte más popular del mundo, pues lo practican unos 270 millones de personas.

6.2.ACTIVIDAD FÍSICA EN EL FÚTBOL.

El fútbol es un deporte practicado a nivel mundial, en el cual se realiza una actividad física de mucha importancia para la salud de quienes lo practican. Hay que tener en cuenta practicarlo adecuadamente para evitar lesiones.

Durante un partido de fútbol profesional de 90 minutos, un jugador, dependiendo de su posición y de las dimensiones del campo, recorre entre 6 y 11 kilómetros. También durante un partido de similares características, un futbolista pierde alrededor de 2 kilogramos de líquidos, parte de los cuales son recuperados durante el tiempo de descanso (Jaimenchester, 2008).

6.3.CAMPOS DE FÚTBOL.

El fútbol se juega en una superficie de césped natural o artificial de forma rectangular. Existen varios campos de juegos:

Fútbol 11 (reglamentaria profesional)
Fútbol 6, 7, 8 y 9
Fútbol 5 (sala, reglamentaria)

6.3.1. Fútbol 9

Si hablamos del fútbol 9, la *Fédération Internationale de Football Association* (FIFA) no tiene medidas oficiales ni reglamentarias. Realmente estas canchas se construyen con medidas proporcionales que permitan un juego cómodo para los jugadores. Además estas medidas son muy variables de acuerdo al lugar o a las reglas que se puedan aplicar (RecreaSport, 2015).

Por lo general estas son las medidas que se recomiendan en el fútbol 9 son:

Tipo de cancha	Medida mínima	Medida máxima
Fútbol 9	40m x 60m	50m x 80m

Tabla 2.- Medidas del campo para fútbol 9
Fuente: RecreaSport (2015).

Toda cancha de fútbol sin importar el tamaño tiene que ser rectangular. Normalmente se recomienda que el ancho sea 3/4 del largo para que la cancha tenga la mejor proporción (GreenFields, 2010). Es decir que no existe ningún tipo de reglamento que determine las longitudes de las canchas ya que todo es proporcional.

Las porterías o conocidos comúnmente como arcos, son un elemento esencial en la práctica del fútbol y su tamaño está determinado con exactitud por FIFA, pero no existen medidas reglamentarias para fútbol 9. Las medidas de cada portería son proporcionales al campo, éstas deben tener como máximo 7,32 metros de largo y de alto 2,44 metros como en el fútbol 11; y como mínima 6 metros de largo y 2 metros de alto.

El fútbol puede practicar en un campo con césped natural, aunque puede jugarse en otros tipos de superficies tales como el césped artificial. Entre los tipos de césped naturales utilizados a nivel mundial más frecuentes se encuentran:

- En climas templados y húmedos: Agrostis stolonifera – tenuis; Armeria marítima; Festuca arundinaceae – rubra; Lolium perenne; Poa nemoralis – pratensis – trivialis.
- En climas secos o subtropicales: Cynodon dactylon (césped de las Bermudas o gramilla); Stenotaphrum secundatum (grama americana); Pennisetum clandestinum, Zoysia japónica; Axonopus compressus (grama brasileña).

Principalmente el césped es el elemento utilizado en el deporte más seguido del mundo, el fútbol. Siendo así construidas la mayoría de los campos de los estadios de fútbol de césped natural y una minoría con césped artificial. Pero por su parte la FIFA y la UEFA exigen el uso de césped natural en todos los estadios donde se celebren eventos deportivos adscritos a ellas.

Las hojas del *Cynodon dactylon* son de color verde grisáceas (sin estrés hídrico recuperan un verde intenso), de longitud muy corta no mayor entre 4 a 15 cm de longitud con bordes fuertes membranosos. Tiene un sistema radicular muy profundo y las raíces pueden crecer a más de 2 m de profundidad, aunque la mayoría de la masa radicular está a menos de 60 cm bajo la superficie. Los tallos reptan por el suelo asemejándose a una caminadora de los cuales sales unos nódulos y nuevas raíces, formando densas matas (Picasso, 2011).

Esta especie de césped se reproduce a través de semillas, estolones y rizomas. El rebrote y crecimiento comienzan a temperaturas por encima de 15 °C, siendo la óptima entre 24 a 37 °C. Es de crecimiento rápido, siendo popular y usada en campos de deportes, al dañarse se recupera rápidamente.

6.4.PREPARACIÓN DEL CAMPO. (Outils Wolf, 2015)

Existen numerosas prácticas que se utilizan en la preparación del suelo, la cuales tiene como objetivo conservar o preservar las características propias del cultivo tales como: resistencia, altura máxima, densidad, uniformidad, entre otras.

A continuación una lista de las principales prácticas para la preparación del suelo:

a. Eliminación de malezas
b. Labrado
c. Implementación de substrato (tierra orgánica o arena)
d. Abonado de fondo
e. Nivelado

a. Eliminación de Malezas.

En todo el mundo, el limitado éxito de los herbicidas se debe probablemente a la excesiva simplificación hecha cuando se enfrenta el problema. Se ha puesto demasiado énfasis en el desarrollo de las tácticas de control de malezas (especialmente de los herbicidas sintéticos) como la solución para cualquier problema relacionado con las mismas, mientras que la importancia de integrar diferentes tácticas (p. ej., métodos preventivos, culturales, mecánicos y químicos) basadas en las estrategias de manejo de las malezas en los sistemas de producción, han sido por largo tiempo escasamente consideradas.

El manejo integrado de las malezas está basado en el conocimiento de las características biológicas y ecológicas de las mismas para entender la forma en que su presencia puede ser modulada por las prácticas culturales. En base a este conocimiento, el agricultor debe primeramente construir una estrategia general de manejo de las malezas dentro de su secuencia de cultivos comerciales y después elegir el mejor método de control directo de las malezas durante los ciclos de cultivo.

Además, es necesario recordar que el manejo de las malezas está siempre estrictamente vinculado al manejo del cultivo. Como tal, las interacciones entre el manejo de las malezas y otras prácticas culturales deben ser debidamente consideradas. Por ejemplo, la inclusión de cultivos de cobertura en una secuencia de cultivos es una forma interesante de integrar el manejo de las malezas con el manejo de los nutrientes y con beneficios adicionales para otras propiedades importantes del agrosistema (p. ej., fertilidad y retención de la humedad del suelo, biodiversidad) (Bárberi, 2001).

Lo primordial en la siembra de cualquier cultivo es la de controlar las malezas. Por eso, es mejor acabar con la malas hierbas antes de empezar a plantar el césped natural, así nos darán menos problemas en el futuro. Se puede hacer de forma manual o mecanizada, dependiendo de varios factores tales como: costos y gastos, tiempo, eficiencia, la extensión del terreno, entre otros.

Después de la limpieza y el desbroce del terreno, lo ideal es regar el terreno diariamente por varios días para provocar que germinen las semillas de malezas que se encuentra en el suelo. Si se está en época de lluvia es mucho más beneficioso por el ahorro de uso de bomba y energía para el riego. Es necesario repetir el tratamiento a la semana sin dejar de regar.

b. Labrado.

Es fundamental realizar la remoción del suelo para así obtener un suelo no compactado y permitir que las raíces del césped se introduzcan a mayor profundidad. Además, con el arado se consigue romper la superficie posibilitando la circulación del aire, la humedad y la posible aceleración de la biota en el suelo.

Para realizar un buen arado, es necesario el uso de maquinarias e implemento que faciliten el trabajo del azadón y así tener mayor eficiencia al momento de calificar y cuantificar.

Arar desde el centro del campo hacia afuera en las tierras. Si el campo es muy amplio, puede ser más eficiente para arar una cantidad de tierras y cortar surcos en cada campo. Mientras el recorte surcos no son demasiado anchos que ayudará como líneas de drenaje dentro del campo.

Es difícil remover el suelo más de 50 centímetros. Si el suelo tiene que ser arrastrado más de esa cantidad, se puede pagar para mover primero el suelo del centro del campo a los lugares más bajos y, a continuación de los lugares más altos en el centro del campo (Carlos, 2012).

c. Implementación de Sustratos.

Para la implementación de sustratos, es necesario determinar a través de una prueba de laboratorio si el suelo es muy arenoso o pobre en nutrientes, lo mejor es aplicarle una enmienda orgánica (estiércol, mantillo, turba, etc.…), con el fin de conseguir una mayor retención de agua y aportar nutrientes para el césped.

Es necesario un aporte aconsejable de tierra vegetal para la siembra del césped con un mínimo de 10 cm. Esta enmienda debe cumplir ciertas condiciones de calidad, ya que todas no son iguales:

- ✓ Debe permanecer a la capa superficial del suelo ya que en ella se encuentra la zona donde existen minerales, materias orgánicas y demás nutrientes.
- ✓ No debe tener piedras, porque estas no aportan beneficio alguno.
- ✓ No debe ser arcillosa, puesto que provoca problemas de encharcamientos.
- ✓ También puede realizarse una mezcla de arena con sustrato orgánico tales como estiércol de ganado, de esta manera tendremos un buen drenaje y una buena base para la siembra del césped.

d. Abonado de Fondo.

Es de vital importancia incorporar fertilizante completo al cultivo de césped natural. La dosis varía dependiendo del tipo de suelo, de la cantidad de nutrientes o de la variedad de césped natural que se haya cultivado. Se recomienda de manera general abonar de 3 - 6 Kg. por cada 100 m² de 15-15-15 (llamado comúnmente "triple 15″) que contiene proporciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio a partes iguales.

Un cuidado básico para tener el césped verde y tupido es el abonado. Tendremos que utilizar abono de liberación lenta, para no contaminar los acuíferos, que aplicaremos tres veces al año, en época seca. El césped que viene en tepe, en rollos, es un césped compuesto exclusivamente de gramíneas. En cuanto empiece a amarillear será síntoma de carencia de abono.

Si no se abona el césped puede ocurrir que las gramíneas desaparecerán y surgirán las hierbas de hoja ancha; el trébol será un claro indicador de la falta de abono. La solución será aplicar un herbicida selectivo o un abono de liberación lenta con herbicida, que eliminarán estas hierbas (Aialanet, 2015).

e. Nivelado.

La desigualdad en el nivel de la tierra (a veces llamada topografía de la superficie) dentro de un campo tiene un efecto importante en el manejo del cultivo y los rendimientos de los cultivos. Una efectiva nivelación del terreno mejorará el rendimiento del cultivo y reducirá la cantidad de esfuerzo requerido para manejar y aumentará la calidad de la semilla sembrada. Una nivelación de tierras eficaz reduce el trabajo en el establecimiento del cultivo y cuidado, y aumenta los rendimientos.

Nivel de la tierra mejora la cobertura de agua que reduce la cantidad de agua necesaria para la preparación de la tierra, según Carlos (2012).

Debido a las labores realizadas anteriormente se habrán producido desniveles en nuestra área de intervención por acumulaciones de tierra. La nivelación se procede con el uso de maquinaria tales como una motoniveladora. Además, para las pequeñas imperfecciones se debe nivelar manualmente a través de un implemento llamado rastrillo. Esto evita ondulaciones, mala fachada y encharcamientos debido a las precipitaciones.

Con esto, gracias a esta labor podemos eliminar residuos innecesarios que se encuentran en nuestro campo de fútbol tales como piedras, palos, raíces y demás elementos o residuos que pueden resultar molestos en el futuro.

6.5.SIEMBRA. (Outils Wolf, 2015)

Para cubrir la semilla y protegerla de las aves, pasaremos el rastrillo de forma suave y superficial, yendo de delante hacia atrás y avanzando. Evita enterrar la semilla demasiado o puede impedir su germinación. Lo ideal es entre medio y un centímetro.
La siembra se realiza echando las semillas a voleo, echándolas con la mano de forma uniforme. Haremos dos pasadas, una a lo ancho y otra a lo largo. Podemos humedecer un poco el suelo para que no salgan volando y usar una sembradora en superficies amplias.

El área o superficie predispuesto a siembra deberá estar nivelado, que constará de un subsuelo permeable, con una estructura y textura adecuada para el desarrollo del sistema radicular del césped, el cual puede estar compuesta por arena pura, tierra

vegetal, mezclas de arena-enmienda orgánica, arena-tierra, además se necesita de un buen drenaje para evitar encharcamientos y así pérdidas de nuestro césped. Existen 3 maneras o formas de siembra que son:

A) Semilla
B) Tepe
C) Estolones.

A) Semilla.

Ilustración 1.- Semilla (Bermuda Grass)

Fuente: Autores de la tesis.

Es de mucha importancia saber la dosis de semilla por metro cuadrado que indica el proveedor del producto. Esto depende de la variedad que se esté utilizando, pero por lo general suele ser de 30 a 40 gramos por m². Además, la cantidad depende si tenemos un suelo fértil o pobre, ya que se tendría que disminuir hasta en 20 gramos o aumentar hasta 60 gramos respectivamente.

La época ideal para sembrar las semillas es en primavera y otoño, pero en climas cálidos como en Manabí es más factible realizarlo en época de lluvia. La siembra se hace a voleo, es decir, esparciendo puñados de semilla con la mano de manera que se repartan por el suelo uniformemente.

El rastrillado es un procedimiento muy importante cuando la forma de sembrar nuestro césped es a través de semillas. Es decir, una vez esparcida la semilla al voleo debemos de enterrarla, sólo así se consigue la buena germinación y que no sea comida por hormigas o pájaros. Para ello, podemos usar el rastrillo de manera muy suave y superficial para que las semillas no queden demasiado enterradas, eso dificulta su germinación.

B) Tepe.

Ilustración 2.- Tepe. Fuente: (Agroterra , 2014)

Son planchas o rollos de césped natural que pueden sustituir la siembra por medio de semillas. Estos rollos han sido sembrados con anterioridad y extraídos con máquinas especiales cuando es demandado. Es ventajoso en superficies no tan extensas y así se convierte en una buena alternativa.

C) Estolones.

Ilustración 3.-Césped sembrado por estolones. Fuente: (Richard, 2005)

Existe otra forma de plantar césped natural que es a través de estolones que se trasplantan en el suelo. Solo son pocas las variedades como el llamado Gramón, Stenotaphrum secundatum, la cual se le puede hacer una plantación por estolones. El Gramón es una especie de césped que se expande como una enredadera por el suelo, tiene un tallo grueso del que a intervalos, de sus nudos, salen hojas también muy gruesas.

6.6.MANTENIMIENTO DE LA CANCHA.

Es de suma importancia en mantenimiento del césped o de la cancha de fútbol. Para ellos, existen técnicas de mantenimiento como:

a. Poda
b. Fertilización

a. Poda.

La poda del césped es de mucha importancia para estimular el crecimiento de nuevos brotes en la corona y se extiendan a lo ancho y no a lo largo, por eso, se debe de cortar no más de 1/3 de la altura total del césped, según (Outils Wolf, 2015) recomienda hacerse cuando alcanza entre los 5 y los 10 cm. según especies. La cuchilla del cortacésped debe estar bien afilada para que produzca un corte efectivo, si la cuchilla estuviera desgastada causará desgarros o daños a las hojas del césped y podría tener consecuencia a plagas y enfermedades.

b. Fertilización.

El crecimiento de césped produce agotamiento de la reservas de nutrientes en el suelo, por lo tanto, se necesita fertilizar y abonar el suelo. La ausencia de nutrientes en el suelo provoca en el césped clorosis, mal desarrollo radicular, menor resistencia a sequías y propenso a sufrir ataques de plagas y enfermedades.

Para obtener las características más deseadas que son: color, densidad y vigor, resistencia a enfermedades e insectos, baja infección de malezas, los céspedes requieren grandes cantidades de N (nitrógeno), pero una nutrición equilibrada que involucre también fósforo, potasio, magnesio y los microelementos, es garantía de un césped de calidad. Según el tipo de césped y uso del mismo, varían los requerimientos nutricionales, siendo mayores en los campos de golf, donde es cortado a muy baja altura y frecuentemente, sin permitir que los cortes se reciclen.

El mantenimiento de los campos deportivos requiere conocimientos y cuidados especiales, debido a sus diferentes condiciones:

- Mayor o menor incidencia directa del sol.
- Tipo de suelo sobre el cual está construido.
- Variedades de césped implantadas.
- Intensidad del juego

Por lo que seguir un plan de fertilización adecuado, es indispensable a fin de mantener siempre superficies óptimas de juego (Folleto césped final 12-2010).

6.7.EL RIEGO (Bravo, Mieles, Velasco, & Vera, 2008).

El riego es la aplicación oportuna y uniforme de agua a un perfil del suelo, para reponer así el agua consumida por los cultivos (Saraví, 1985).

El riego puede ser manual o automático. Un riego automático tiene el beneficio de evitar la molestia de estar encendiendo el sistema lo que se realiza manualmente ya que con este se programa a la hora que quieras y las veces que quieras, y puedes despreocuparte asegurándote de que tu césped va a tener toda el agua que necesita (Garden, 2012).

Para mantener una cancha con césped natural, sano y frondoso, es necesario utilizar técnicas de riego vitales en épocas de sequía tanto como en épocas de lluvia por la irregularidad de las precipitaciones.

En base a las siguientes técnicas, podemos determinar la frecuencia y el volumen del riego de acuerdo a las necesidades hídricas de la planta, considerando todos los factores edafológicos y meteorológicos.

El sistema más recomendable para regar un campo de juego o jardín es mediante una instalación de riego automático. Sale un poco más caro que uno con apertura manual de llaves, pero merece totalmente la pena.

- Puedes programarlo para que riegue exactamente los días de la semana que quieras y el tiempo que desees cada vez. Por ejemplo, lunes, miércoles, viernes y domingo, de 7 de la mañana a 7,30.
- Ahorra tiempo y trabajo. No hay que molestarse en abrir ni cerrar llaves, ni cambiar aspersores de sitio.
- El agua se distribuye uniformemente, gracias a los aspersores y difusores bien regulados y fijos.
- Se puede regar por la noche o al amanecer. A esas horas hay menos viento y se pierde menos agua por evaporación y además hay más presión en la red.
- El riego automático es apto para todo tipo de emisores: aspersores, difusores, goteo, cintas de exudación, micro-aspersores y riego subterráneo.

6.7.1. Componentes de un Riego Automático.

• **Programador**.

Ilustración 4.- Programador de riego automatizado. Fuente: (infojardin, 2015)

El programador lo que hace es dar las órdenes de apertura y cierre a las electroválvulas. Se le indica los días de la semana que hay que regar (por ej.: lunes, miércoles y viernes) y cuánto tiempo cada riego (por ej.: de 6.00 a las 6,20 de la mañana).

• Electroválvulas.

Ilustración 5. Electroválvulas. Fuente: (infojardin, 2015)

Se abren y cierran cuando el programador le da la orden. Por ej., que se abra a las 7'00 horas y que se cierre a las 7'20 horas.

• Cables.

Conectan las electroválvulas al programador. Deben ser con doble o triple protección contra humedad. Por su bajo voltaje de funcionamiento (24V), no son peligrosos y no es necesario meterlos en un tubo, sino que se pueden enterrar junto a las tuberías de riego.

• **Arquetas o Llaves de Paso.**

Ilustración 6. Llaves de paso. Fuente: (infojardin, 2015)

En ellas van las electroválvulas. Generalmente son de plástico y las hay individuales o con capacidad para varias electroválvulas.

• **Tuberías de Polietileno (PE) o de PVC.**

Ilustración 7. Tubería de Polietileno. Fuente: (infojardin, 2015)

Para riegos, lo mejor es emplear tuberías de polietileno (PE). El PVC es mucho más incómodo de trabajar. En el caso del PVC las uniones se hacen con un pegamento especial. Las tuberías y accesorios de PE se enroscan rápidamente.

• **Piezas Especiales.**

Ilustración 8.- Accesorios. Fuente: (infojardin, 2015)

- Codos
- T
- Enlaces
- Reducciones, etc.

•**Reductor de Presión.**

Ilustración 9. Reductor de presión. Fuente: (infojardin, 2015)

Para riego por goteo, muchas veces es necesario reducir la fuerza del agua. Puede hacerse con una simple llave o con un dispositivo llamado reductor de presión. Hay modelos complejos para instalaciones grandes y otros muy sencillos.

• **Emisores de Riego.**

Ilustración 10.- Emisor de riego. Fuente: (infojardin, 2015)

- Aspersores
- Difusores
- Tuberías de goteo
- Cintas de exudación
- Riego subterráneo
- Micro-aspersores

6.7.2. Métodos de riego.

Los métodos de riego son considerados como la forma en que el riego es aplicado al suelo para el desarrollo de los cultivos (Cisneros, 2003). Estos métodos pueden ser:

a. Riego superficial o gravedad
b. Riego por aspersión
c. Riego por goteo
d. Riego subterráneo

a. **Riego superficial.-** El agua se distribuye por la superficie del campo por gravedad, esto es, a través de surcos, melgas, cuadros, terrazas, etc.

Ilustración 11.- Riego superficial. Fuente: (Jujuy, 2013)-

b. **Riego por aspersión.-** El agua se distribuye en forma de lluvia artificial a través de equipo especial de rociado.

Ilustración 12.- Riego por aspersión. Fuente: (Jujuy, 2013)

c. **Riego por goteo.-**El agua se suministra en forma de gotas directamente a la zona radicular de cada planta.

Ilustración 13.- Riego por goteo. Fuente: (Jujuy, 2013)

d. **Riego subterráneo.-** El humedecimiento del suelo se realiza por medio de humidificadores colocados debajo de la planta, aproximadamente a 40 - 45 cm.

Ilustración 14.-Riego subterráneo. Fuente: (Jujuy, 2013)

Con el fin de seleccionar el método de riego que se ajustes a las necesidades existentes, cabe mencionar que se debe de tener en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ Sociales y económicos.
- ✓ Topográficos y agrológicos.
- ✓ Agronómicos.

6.7.3. Sistema de riego por aspersión.

Ilustración 15.-Sistema de riego por aspersión.
Fuente: fotografía tomada por los autores de la tesis.

El sistema de riego por aspersión, implica una lluvia más o menos intensa y uniforme sobre la parcela con el objetivo de que el agua se infiltre en el mismo punto donde cae (Alcobendas, 2012).

Este sistema tiene muchas ventajas dependiendo de muchas características tales como:

- ✓ Control preciso de la dosis del riego.
- ✓ Adaptable a las características del terreno.
- ✓ Permite sistemas de automatización
- ✓ Se utiliza en fertirriego y fitosanitarios.
- ✓ Eficiencia entre un 70 y 80 %.

El sistema de riego por aspersión se clasifica en dos grandes grupos que son:

- Estacionarios.- podemos diferenciar sistemas semifijos (tubería móvil) y fijos (tubería fija, permanente y temporal).
- Desplazamiento continuo.-podemos diferenciar ramales desplazables (pivot, ala sobre sarro y lateral frontal) y aspersores gigantes (cañones viajeros y enrolladores).

Además, podemos encontrar algunos componentes que son necesarios para la instalación del sistema por aspersión, los cuales tenemos:

- Grupo de bombeo (bomba).
- Redes de tuberías primarias, secundarias y laterales.
- Aspersores.
- Accesorios.

El riego por aspersión en instalaciones deportivas, va a ir siempre condicionado a que por un lado sea lo más eficiente posible; es decir que su aporte de agua sea lo más uniforme en cada metro cuadrado de superficie regable.

Es necesario tomar en cuenta varios criterios al momento de instalar un sistema de riego. Estos criterios de instalación pueden ser:

- ✓ Introducir el menor número de aspersores en el centro del campo.
- ✓ Trazar las redes hidráulicas interiores perpendiculares a los laterales.
- ✓ Pedir aspersores de gran o mediano alcance.

- **Bomba.**

Convertidores de energía mecánica (procedente del motor) en energía hidráulica, fundamentalmente en forma de energía cinética y de presión (Lorenzo, Bellón, & Lopez, 2009).

Es de mucha importancia el uso de una bomba que abastezca con la presión necesaria para que el sistema funcione correctamente.

- **Tuberías**

Para el sistema por aspersión es necesario el uso de tuberías principales y secundarias. Las tuberías principales normalmente son fijas y se recomienda utilizar de material PVC. Además, es la encargada de llevar el agua desde la estación de bombeo hasta la entrada del campo y derivar hacia las tuberías secundarias.

Las tuberías secundarias son las encargadas de conducir el agua hasta la entrada en la parcela y derivar a las laterales. Las laterales o porta-aspersores, son las que tiene un diámetro inferior a las otras tuberías y normalmente pueden ser rígidas o flexibles.

- **Aspersores**

Los aspersores son mecanismo que se encarga de distribuir el agua en forma de pequeñas gotas sobre el terreno. Se compone generalmente de tres partes principales; la base, el cuerpo y el martillo (Valverde, 1998).

Existen una amplia gama de tipos de aspersores en el mercado, aunque normalmente se utilizan los de chorro fijo y chorro rotativoel cual se utilizan según las necesidades requeridas. Los de chorro fijo solo se utilizan en jardinería, en invernaderos, pequeñas parcelas, etc. Los de chorro rotativo, son los más empleados en el riego agrícola. Según la causa que produce el giro de los aspersores, se clasifican en:

- Reacción
- Turbina
- Choque

Las canchas son construidas con una base de arena y una capa colgante de grava. Siguiendo los principios de la norma United States Golf Associaton (USGA), los sistemas de riego en general mantienen un diseño tradicional con Pop up incorporados en la superficie de juego.

Salvo los estadios como el Ellis Park, cuyo sistema se basa en la instalación de cañones de riego en el perímetro del campo. Se hace notar que la FIFA acepta la instalación de pop up al interior de las canchas. Destacando que lo importante es la profundidad y el nivel de los mismos. Además, los pop up dan la ventaja de mojar la cancha antes de un partido de fútbol, lo que no ocurre con el sistema de cañones.

Se establecieron una serie de parámetros o criterios de medición con el objeto de estandarizar la construcción, el manejo y por cierto, la condición de la superficie de juego. Teniendo en claro que para evaluar la condición de un campo de juego, debemos basarnos en datos objetivos, tangible y medibles (Cavazorro, 2009).

6.7.4. Frecuencia.

La frecuencia de riego en un cultivo de césped varía según las variaciones climáticas en determinadas zonas. Podemos determinar la falta de agua en el césped se evalúa cuando la planta se torna de un color verde azulado y esto perjudica en la recuperación del mismo después de un uso deportivo. Por eso, se recomienda regar el césped o cualquier cultivo justo en el momento cuando el deterioro es mínimo para su fácil recuperación.

Es necesario programar un riego, porque el exceso y déficit de agua son perjudiciales para el césped. Además, se puede implementar un riego automático, pero este debe ser reajustado a las condiciones favorables o adversas del clima.

6.7.5. Volumen de riego.

En cuanto al volumen aplicado por riego para el césped, lo imprescindible es observar la tierra húmeda hasta 15 cm de profundidad aproximadamente para obtener un buen sistema radicular de la planta. Según Bayergarden (2012), es recomendable humedecer a fondo toda la zona de las raíces. El riego diario y liviano producirá raíces poco profundas y exceso de humedad, estimulando así el desarrollo de malezas.

Se requiere de 25 a 35 milímetros de agua por semana en el cultivo de césped, por eso es necesario aplicar esta cantidad de agua en un solo riego o en dos riegos iguales con 2 ó 3 días de intervalo (Bayergarden, 2012).

6.7.6. Diseño Agronómico.

El diseño agronómico es el encargado de determinar los caudales de agua necesaria para la planta y la eficiencia de la aplicación. Este diseño es el primer procedimiento que se debe realizar en cualquier proyecto de riego. Además, es de gran importancia ya que si se cometen fallas en los cálculos del diseño agronómico tendremos los mismos resultados erróneos en el posterior diseño hidráulico.

Se desarrolla en dos fases.

a. Cálculos de las necesidades de agua en el cultivo.
b. Determinación de los parámetros de riego: frecuencia de riego, intervalos de riego, caudal, horas de riego, emisores y número del mismo.

Determinación de los parámetros de riego.

Los parámetros de riego necesarios para el diseño de un sistema son los siguientes:

- Cc = contenido de humedad del suelo a capacidad de campo (% en peso).

- Pm = contenido de humedad del suelo en el punto de marchitamiento (% en peso).

- Da = densidad aparente (t/m3).

- z = profundidad radicular efectiva (m).

- DPM o NAP = Déficit permisible de manejo o nivel de agotamiento permisible del agua en el suelo para producir el mejor balance económico (%).

- ET = evapotranspiración del cultivo (mm/día). Existe también el concepto de Uso Consuntivo que se emplea sobre todo en EE.UU. y corresponde a la ET más el agua almacenada en la planta.

- LR = fracción de lavado. Es el cociente entre las necesidades de lavado (R) y el agua a aplicar (Nt = Dn + R): LR= R/Nt.

- Ea = eficiencia de aplicación estimada.

- P= porcentaje mínimo del suelo mojado. Además necesita una información técnica relativa a:

  A = área total a regar.

  Qd = caudal disponible.

  Trd = tiempo disponible de riego al día.

  Dl = día libre de riego durante un ciclo de riego.

A partir de estos datos se puede determinar los parámetros de riego de la siguiente forma:

a) Intervalo de humedad disponible $IHD = \frac{CC - PM}{100}\, da.z$
b) Dosis neta:

$Dn - IHD$ DPM O Dn $- IHD$ DPM P Si solo se moja una fracción de suelo.

c) Dosis bruta:

$Db = {Dn}/{Ea}$, o bien $Db = \frac{Dn}{Ea\ (l - LR)}$ si hay fracción de lavado.

d) Intervalos de riego: $I = {Dn}/{ET}$

e) Caudal necesario: $Q\left({m^3}/{h}\right) = \frac{A\ (ha)\ Db\ (mm)}{Trd\ ({h}/{dia}) Ir\ (dias)}\ 10$

6.7.7. Diseño Hidráulico.

Este diseño posee la finalidad de calcular las dimensiones de la red de distribución y del óptimo trazado de la misma. Para determinar el diseño hidráulico se utilizó el método de cálculo de Hazzen Williams.

Los ramales porta aspersores o líneas de riego son los que distribuyen el agua al cultivo por medio de los aspersores acoplados a ellos, en estos casos se da una conducción con salidas múltiples distribuidas a lo largo de ella, uniformemente espaciadas y por las que descarga el mismo caudal.

$$Q = n\text{-}q$$

Caudal del ramal.

Q = Caudal del ramal

n = Número de salidas

q = Caudal de cada salida

Al principio de la tubería con salidas múltiples (en su conexión con la tubería de alimentación), el caudal es Q. A medida que se avanza la tubería, la pérdida de carga por rozamiento son menores que las que ocurrirían en una tubería de igual diámetro y longitud, pero sin salidas intermedias. Estas pérdidas de carga se pueden calcular tramo por tramo entre dos salidas consecutivas, en donde el caudal se mantiene constante, y luego sumar los valores obtenidos en todos los tramos.

El cálculo del diámetro de un ramal lateral se basa en la uniformidad conseguida en la descarga del agua por los aspersores del ramal. Como norma se establece que la diferencia máxima del caudal descargado por los aspersores cualesquiera del mismo ramal sea inferior al 10% del caudal nominal. Se demuestra que en riego por aspersión una variación del 10% del caudal representa una variación de 20% en la presión de entrada del emisor. Por lo tanto, la diferencia en la presión de entrada entre dos aspersores cualesquiera del ramal debe ser inferior al 20% de la presión nominal del aspersor, en caso de ramales horizontales.

En un lateral, aparte de las pérdidas por rozamiento se producen unas pérdidas singulares (en los acoplamientos de los tubos, en la conexión de los emisores, etc.). Estas pérdidas singulares representan del 5 al 15% de las pérdidas por rozamiento (los valores más bajos corresponden a tuberías de PVC y PE, y los más altos a tuberías de aluminio), por lo que la pérdida de carga total podría ser:

$$h = 1{,}10\ hr$$

Pérdida de Carga Total

Siendo h y hr, respectivamente la pérdida total y las pérdidas por rozamiento.

También se puede considerar que la pérdida total es la de una tubería semejante da igual diámetro, pero con una longitud ficticia (Lf) cuyo valor es igual a 1,10 su longitud real (L).

$$Lf = 1{,}10\ L$$

Fórmula para Cálculo de Longitud Ficticia

El criterio básico de selección del diámetro de las tuberías estipula que la variación de presión, debido a pérdidas de carga por roce y diferencia de cota entre los extremos de la tubería lateral, entre el primer y el último aspersor no debe ser superior al 20% de la presión de operación de estos.

La fórmula más utilizada en el dimensionamiento de las tuberías en riego por aspersión es la de Hazzen Williams:

$$hf = 10{,}643L\ \frac{Q^{1,85}}{C_{HW}^{1,85} D^{4,87}}\ F$$

Pérdida de carga por fricción.

De donde:

Hf = Pérdida de carga por fricción en la lateral (m)

Q = Caudal total en la lateral (m^3/s)

D = Diámetro interno de la tubería (mm)

L = Longitud de la tubería (m)

F = Factor de corrección por salidas múltiples para Hazzen - Williams.

CHw = Coeficiente de Hazzen –Williams (120 para tuberías de aluminio; 145 para tuberías de asbesto-cemento y 150 para tuberías de PVC).

Debido a que en la lateral el caudal disminuye a medida que el agua sale por los aspersores, la pérdida de carga disminuye y es necesario corregirla utilizando un factor (F) que depende del número de aspersores sobre la lateral. Este factor toma en cuenta la reducción armónica de caudal producida a través de los aspersores a lo largo de la lateral.

Los valores de F para diferente número de salidas se presentan en la tabla.

VALORES DE F PARA SALIDAS CONSTANTES

Número de salidas	Hazzen-Williams	Número de salidas	Hazzen-Williams
	M = 1,85	16	0,382
1	1,000	17	0,380
2	0,639	18	0,379
3	0,535	19	0,377
4	0,486	20	0,376
5	0,457	22	0,374
6	0,435	24	0,372
7	0,425	26	0,370
8	0,415	28	0,369
9	0,409	30	0,368
10	0,402	35	0,365
11	0,397	40	0,364
12	0,364	50	0,361
13	0,391	100	0,356
14	0,387	Más de 100	0,351
15	0, 384		

El cálculo del diámetro de la tubería se realiza entonces por tanteo probando varios diámetros y comprobando si la variación de (ΔH) es inferior al 20% de la presión de operación.

Se presenta a continuación la tabla en la que se puede observar el coeficiente de CHw para diferentes tipos de tuberías.

COEFICIENTE DE HAZZEN WILLIAMS (CHw)

TUBOS	CHw
Acero Corrugado (placa ondulada)	60
Acero con uniones lock-bar, nuevos	130
Acero galvanizado (nuevos y en uso)	125
Acero remachado (nuevo)	110
Acero remachado en uso	85
Acero soldado con revestimiento especial (nuevos y en uso)	130
Plomo	130
Asbesto-Cemento	140
Cobre	130
Concreto, buena terminación	130
Concreto, terminación común	120
Hierro fundido, nuevo	130
Hierro fundido, en uso	90
Hierro fundido, tubos revestidos de cemento	130
Barro Vitrificado	110
Latón	130
Madera en duelas	120
Baldosas, productos bien ejecutados	100
Vidrio	140
Plástico	150

Calculo de la tubería principal y de conducción.

Estos tipos de tuberías están presentes en sistemas grandes compuestos por varias sub-principales con sus respectivas laterales. Las tuberías principales llevan agua a los diferentes puntos del terreno para alimentar secundarias, formando una verdadera red y su diseño depende de la secuencia de operaciones de las diferentes secundarias que contiene un sistema y de los caudales a transportar.

La tubería de conducción corresponde a la tubería que lleva el agua desde la fuente hasta el primer nudo de la principal. En los sistemas pequeños, que se encuentran en una secundaria la tubería de conducción y la principal son equivalentes.

Cálculo de pérdida de carga localizada en tuberías.

En las tuberías cualquier motivo perturbador, elemento o dispositivo que venga a establecer o elevar turbulencia, cambia la dirección o altera la velocidad y origina una pérdida de carga. A consecuencia de la inercia y de los torbellinos parte de la energía mecánica disponible se convierte en calor y se disipa bajo esta forma, resultando una pérdida de carga.

En la práctica las tuberías no son constituidas exclusivamente de tubos rectilíneos y del mismo diámetro, usualmente incluyen piezas especiales y conexiones que por la forma y disposición, elevan la turbulencia provocan fricción y causan el choque de partículas dando origen a pérdidas de cargas. Además se presentan en las tuberías otros hechos particulares como válvulas, medidores, etc., y también responsables de pérdidas de carga de esta naturaleza.

De hecho las pérdidas hidráulicas de energía según se ha visto se dividen en continuas y localizadas, en ítems anteriores se han dividido a las primeras debiéndose estudiar las pérdidas en puntos singulares o localizadas, la misma que se producen en los elementos, accesorios o singularidades de las tuberías, en los cuales debido a variaciones de la sección a cambios de dirección o ambas cosas a la vez, se modifican la velocidad de la corriente y surgen eventuales torbellinos.

Estas son las denominadas pérdidas de carga menores o localizadas, accidentales o singulares por el hecho de resulta específicamente de puntos o partes bien determinadas de la tubería, al contrario de lo que ocurre con las pérdidas de carga por fricción a lo largo de la tubería.

$$H_m = K\,(V^2/2g)$$

Fórmula para el cálculo de la pérdida de cargas

Siendo (V) la velocidad de circulación de agua en (m/s), (g) la aceleración de la gravedad (m/s^2), (K) coeficiente que depende del tipo de obstrucción en la línea de tubería y (hm) el valor de la pérdida de carga menor o localizada en (m).

VALORES DE K PARA DIFERENTES ACCESORIOS

PIEZA Y PERDIDA	K
Ampliación gradual	0.30
Boquillas	2,75
Compuerta, abierta	1,00
Controlador de caudal	2,50
Codo de 90°	0,90
Codo de 45°	0,40
Rejilla	0,75

Curva de 90°	0,40
Curva de 45°	0,20
Curva de 22°30'	0,10
Entrada normal en tubo	0,50
Entrada de borda	1,00
Existencia de pequeñas derivaciones	0,03
Confluencia	0,40
Medidor Venturi	2.50
Reducción gradual	0.15
Válvula de ángulo, abierto	5,00
Válvula compuerta, abierto	0,20
Válvula tipo globo, abierto	10,00
Salida de tubo	1,00
T, pasaje directo	0,60
T, salida de lado	1,30
T, salida bilateral1, 80	
Válvula de pie	1,75
Válvula de retención	2,50
Velocidad	1,00

De manera general la pérdida de carga total que se tiene en una línea de conducción será la suma de las pérdidas de carga por fricción (h_f) más las pérdidas de carga menores o localizadas (h_m).

$$Ht = h_f + h_m$$

Fórmula para cálculo de pérdida de carga total

Cuando si tiene líneas de conducción extremadamente largas las pérdidas de carga por fricción (h_f) resultan ser más representativas que las pérdidas de carga menores o

localizadas (h_m), por lo que de no iniciarse lo contrario en una conducción de gran longitud, solo se considerara para el cálculo las pérdidas de carga por fricción en tuberías (h_f), despreciando las pérdidas de carga menores o localizadas (h_m). Para el caso de conducciones cortas con muchos accesorios en la línea de conducción (estaciones de bombeo), será imprescindible realizar el cálculo de las pérdidas de carga menores o localizadas (h_m) a más de las pérdidas de carga por fricción en las tuberías (h_f).

Determinación de los requerimientos de impulsión.

Para definir la dimensión de la unidad de bombeo es necesario conocer las condiciones máximas de operación a saber: el caudal y la carga dinámica total. El caudal está determinado por el gasto máximo del equipo de riego por aspersión y la carga dinámica total, que corresponde a la presión requerida para el funcionamiento de los aspersores (P_o); más todas las pérdidas por fricción, singulares y desniveles existentes entre el punto de bombeo y la lateral más lejana (presión de impulsión), a la cual se le adicionan las pérdidas de carga en el succionador de la bomba y el desnivel existente entre la superficie del agua y esta última altura de succión. Se agregan las pérdidas de carga de la válvula de retención, a la salida de la bomba y la llave de paso general del sistema.

Los requerimientos de potencia de la bomba pueden calcularse:

$$P = \frac{1000 * Q * CDT}{75 * Ef}$$

Fórmula para calcular la potencia de la bomba.

De donde:

P = Potencia de la bomba (Hp)

Q = Caudal total (m^3/s)

CDT = Presión manométrica total (m)
Ef = Eficiencia del equipo bomba motor (%)

6.8.SISTEMA DE DRENAJES.

Drenaje es cualquier medio por el que el agua contenida en una zona fluye a través de la superficie o se infiltra en el terreno que sería en el caso de las canchas de fútbol. En este tipo de obra es de vital importancia un perfecto sistema de evacuación de aguas, para que permita la ocupación del terreno de juego independiente de las condiciones climáticas (Reyes, 2011).

Además, cabe recalcar que las técnicas de drenaje artificial suelen ser aplicadas en lugares que no exista un buen drenaje natural de las aguas. Es decir, que es innecesario realizar drenaje artificial en las canchas, donde los niveles de precipitación están muy por debajo de que exista riesgo de encharcamientos en una cancha y así se puede aplicar un drenaje por desnivel.

La nivelación de la cancha depende principalmente de la topografía del terreno, por eso es necesario realizar una nivelación en la superficie de la cancha. Según Rugby (2010), para alcanzar una buena nivelación, la pendiente máxima de 1:80 – 1:100 en el largo de la cancha y 1:40 – 1:50 a lo ancho del campo de juego.

6.8.1. Canchas sin drenaje.

Aun cuando el terreno no drene hay ciertas circunstancias en las que terrenos sin drenaje proporcionan condiciones satisfactorias de juego durante todo el año, ya sean

por ser construidas con declives o por contener un subsuelo bien poroso los cuales son bien drenantes, según Rugby (2010).

6.8.2. Canchas con tuberías de drenaje.

La base del sistema de cañerías es una serie de caños de drenaje con un relleno permeable a 150-200mm de la superficie en espacios de drenaje de 5-10m. En una construcción nueva, el sistema de cañerías de drenaje bien diseñado es la piedra angular del desarrollo (Rugby, 2010). Además, el sistema debe incluir un desagüe positivo al que se descargue el agua recogida por los drenajes.

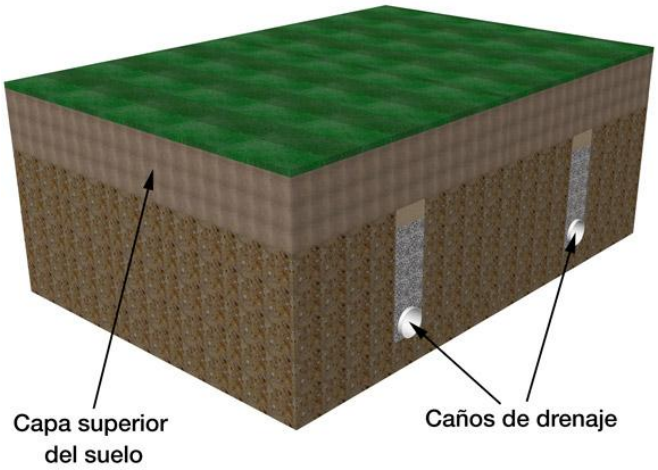


Ilustración 16.- Sistema de drenaje tomado de: (Rugby, 2010).

7. BENEFICIARIOS.

7.1.Beneficiarios Directos.

- Estudiantes de la FACULTAD DE INGERÍA AGRÍCOLA.
- Docentes
- Autoridades
- Personal administrativo

7.2.Beneficiarios Indirectos.

- Sociedad en General.

8. METODOLOGÍA.

8.1.Métodos.

Para la ejecución de este plan debimos recurrir a las técnicas de la observación directa y del análisis deductivo, los cuales nos llevó a manejar el método científico.

8.2.Técnicas.

En la realización de este proyecto se utilizaron varias técnicas las cuales mencionamos a continuación:

- Encuestas.
- Observación directa.
- Estadística.
- Análisis Físico de laboratorio.
- Cálculos.
- Fichas bibliográficas.

8.3.Herramientas.

- Métodos estadísticos.
- Laboratorio de suelo.
- Aplicación de Cálculos y formulas.
- Fichas bibliográficas.
- Herramientas y equipos topográfico

8.4.Actividades del proyecto:

8.4.1. Descripción y ubicación del área del proyecto.

Se situó la superficie del proyecto identificado en el sitio, parroquia, cantón y provincia luego ubicar geográficamente la longitud del área del proyecto. Así mismo se describió de manera breve algunas características del área de estudio.

8.4.2. Levantamiento Planimétrico.

El levantamiento planimétrico se realizó con la ayuda de la estación total SOKKIA 630RK, que nos permitió obtener datos reales y exactos. Estas coordenadas fueron descargadas en el programa de la estación total Prolink 1.15 y posteriormente al programa AutoCAD 2010 en el que se determinó el área exacta del proyecto y el diseño espacial, lo que permitió establecer la cantidad de materiales y equipos a utilizar.

8.4.3. Determinación de los parámetros hidrofísicos del suelo.

Para determinar las características de los parámetros hidronímicos del suelo, se necesitó la realización de una calicata o pozo agrológico donde se observó la profundidad del suelo, para extraer muestras a 30 cm y así su posterior estudio en el laboratorio de suelo de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Técnica de Manabí.

.Las características del suelo que se determinaron en laboratorio son:

- Elementos congénitos.
- Densidad aparente

De acuerdo a los elementos congénitos y la densidad aparente se logró calcular los siguientes parámetros con el uso del triángulo de textura y los modelos de PEELE y BRIGGS:

- Textura
- Porosidad
- Velocidad de infiltración
- Capacidad de campo
- Punto de marchitez permanente

8.4.4. Diseño y Construcción de la Plataforma del Campo de Juego.

En la elaboración del diseño y construcción del campo de juego se realizó la excavación la cual se ejecutó con maquinaria pesada, la misma que a la vez se la utilizó para el relleno; ya sea en el esparcimiento tanto del limo como de la materia orgánica.

Se debió hacer uso de una máquina cargadora y dos volquetas para realizar la excavación y desalojo del material existente en el terreno, para así luego continuar con el respectivo cambio de suelo con dicha maquinaria.

El nivel de excavación fue de 10 cm, utilizando un relleno de 20 cm de limo con 10 cm de materia orgánica quedando al nivel más alto de la vía de ingreso a la facultad de Ingeniería Agrícola. Para determinar los volúmenes de excavación y relleno debimos hacer uso de una herramienta topográfica llamada nivel, y con los datos obtenidos sacar los respectivos cálculos obteniendo así los valores exactos tanto para excavación y relleno.

Debemos incluir la utilización de maquinaria agrícola con diversos implementos para obtener una buena composición del suelo, mezclando el limo con la materia orgánica y con el suelo franco ya existente en dicho terreno.

Implementos como subsolador fueron utilizados para así, romper el suelo unos 60 cm y evitar trabajar en un suelo compactado y a su vez para obtener un buen drenaje natural, el arado de disco para que ya una vez colocado el limo y la materia orgánica ser revueltos; y por último el uso del rotavators implemento utilizado para revolver y convertir las partículas tanto del suelo franco, limo y materia orgánica en partículas muy pequeñas, obteniendo así un suelo apto para la construcción de la cancha.

Una vez teniendo el suelo apto para la construcción y sembrío se debió hacer uso del riego del terreno para a continuación realizar la nivelación con una motoniveladora; al observar de las imperfecciones que quedan en el terreno nivelado por la máquina, se debió realizar una nivelación de todo el terreno de manera manual para tener un terreno uniforme para no encontrar encharcamientos.

8.4.5. Determinación de la Evaporación y Evapotranspiración del césped.

Los datos meteorológicos utilizados en los cálculos fueron extraídos de la Estación Meteorológica de Lodana – Estación Experimental INIAP, de la serie 2006-2014. La Eto se la determino mediante el método de la cubeta evaporimétrica que se basa en relacionar la evaporación del agua de la cubeta con la evapotranspiración del cultivo de referencia mediante la fórmula a continuación:

$$ETo = Kp * Ep$$

Ecuación 1.- Evaporación de Referencia

De donde:

ETo = Evaporación del cultivo de referencia, expresada en mm por día.

Kp= coeficiente de la cubeta de la clase A.

Ep = Evaporación de la cubeta, expresada en mm por día.

La evapotranspiración de cultivo (ETc) se la calculó con la fórmula a continuación:

$$ET\ (cultivo) = ETo * Kc$$

Ecuación 2.- Evapotranspiración de cultivo

De donde:

ETc = Evapotranspiración de cultivo o real, expresada en mm.

ETo =Evaporación del cultivo de referencia, expresada en mm por día.

Kc = Coeficiente del cultivo.

8.4.6. Diseño Agronómico.

Dosis de Riego.-

La dosis neta de riego se refiere a la reserva fácilmente disponible y viene dada por:

$$\boldsymbol{Dn = 100 * H * Da * (Cc - Pm) * f}$$

Ecuación 3.- Dosis neta de riego

De donde:

Dn = Dosis neta expresada en m^3/ha.

H = Profundidad de las raíces, en m.

Da = Densidad Aparente del suelo en gr/cm^3.

(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 de agua disponible (césped).

La dosis total o dosis bruta es la cantidad total de agua que se aplica cuando se toma en consideración la eficiencia de aplicación y viene dado con la fórmula:

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

Ecuación 4.- Dosis total de riego

De donde:

Dt = Dosis total expresada en m^3 / ha.

Dn = Dosis neta expresada en m^3/ha.

Ea = Eficiencia de aplicación del sistema.

Intervalo.- Es igual reserva fácilmente disponible dividido por la ET (cultivo) diario.

$$\boldsymbol{I} = \frac{Dn}{Et\ (cultivo)}$$

Ecuación 5.- Intervalo de riego

De donde.

I = Intervalo o frecuencia entre riegos en horas.

Dn = Dosis neta expresada en m^3/ha.

ETc = Evapotranspiración de cultivo.

Elección del Aspersor.- Con los datos del catálogo se elige un aspersor para el marco de riego considerando (15*15), que tenga una pluviometría inferior a la velocidad de infiltración estabilizada y se obtenga una buena uniformidad en el reparto.

8.4.7. Diseño Hidráulico.

Para el diseño hidráulico se utilizó las fórmulas de Hazzen – Williams, donde se determinaron los aspersores, tuberías y la bomba, necesarios para el sistema de riego.

Diseño de Laterales.- A continuación se expondrá el cálculo de diámetro de tuberías laterales con su caudal:

Longitud Lateral.

$$L = dist.del\ 1er\ aspersor\ +\ dist.aspersores\ +\ (N°\ aspersores\ -1)$$

Ecuación 6.- Longitud de laterales

Longitud Ficticia del Lateral.

$$Lf\ = 1.10\ L$$

Ecuación 7.- Longitud ficticia del lateral

La longitud ficticia es igual 1.10 que es un valor constante por la longitud lateral.

Caudal en el Lateral.- Es igual a los números de aspersores por el caudal de cada aspersor.

$$Q\ =\ q * n$$

Ecuación 8.- Caudal del lateral

Pérdida de Carga Máxima Admisible.- La pérdida de carga se calcula mediante 0.2 (valor constante) por la presión de trabajo.

$$Pca\ =\ 0.2\ *\ Presión\ de\ trabajo$$

Ecuación 9.- Pérdida de carga máxima admisible lateral

Pérdida de Carga por Fricción.- Comprobamos con un diámetro cualquiera que la pérdida de carga no sea mayor a la admisible con la siguiente fórmula:

$$hf\ =\ \frac{10{,}643 * Lf\ *\ Q^{1{,}85}\ * F}{CHw^{1{,}85}\ *\ D^{4{,}87}}$$

Ecuación 10.- Pérdida de Carga por Fricción lateral

De donde:

Lf = Longitud ficticia en m.

Q = Caudal en m^3/seg.

F = Factor de corrección de Hazzen Williams para salidas constantes.

CHw = Coeficiente de Hazzen Williams

D = Diámetro de la tubería en m

Diseño de Tubería Principal.-

Se realiza el procedimiento a continuación:

$$A = \frac{Q}{V}$$

Ecuación 11.- Área útil de la tubería principal

De donde:

A = Área útil de la tubería en m^2.

Q = Caudal de la tubería en m^3/seg.

V = Velocidad del agua en m^3/seg.

Diámetro de la Tubería.

Se sigue el siguiente procedimiento:

$$D = \sqrt{\frac{A * 4}{\pi}}$$

Ecuación 12.- Diámetro de la Tubería principal

De donde:

D = Diámetro de la tubería en m.

A = Área útil de la tubería en m^2.

π = 3,1416.

Pérdida de Carga por Fricción.

$$hf = \frac{10{,}643 * Lf * Q^{1{,}85}}{CHw^{1{,}85} * D^{4{,}86}}$$

Ecuación 13.- Pérdida de Carga por Fricción principal

De donde:

Lf = Longitud ficticia en m.

Q = Caudal en m^3/seg.

F = Factor de corrección de Hazzen Williams para salidas constantes.

CHw = Coeficiente de Hazzen Williams.

D = Diámetro de la tubería en m.

Cálculo de Pérdida de Cargas por Fricciones Totales.

$$\boldsymbol{Hf = hf\ laterales + hf\ porta\ laterales + hf\ principal}$$

Ecuación 14.- Pérdida de Cargas por Fricciones Totales

Cálculo de Pérdidas Menores o Localizadas.- Las pérdidas de cargas menores en laterales, porta laterales y tubería principal son calculadas con la siguiente fórmula:

$$hm = k\ \frac{v^2}{2g}$$

Ecuación 15.- Cálculo de Pérdidas Menores o Localizadas

De donde:

Hm = Pérdida de carga en m.

K = Coeficiente k de accesorio.

v = Velocidad de agua en m/seg.

g = Gravedad en el Ecuador 9,81 m/s^2.

Pérdidas de Cargas Localizadas Totales.

$$\boldsymbol{Hm = hm\,laterales + hm\,porta\,lateral + hm\,principal}$$

Ecuación 16.- Pérdidas de Cargas Localizadas Totales

Pérdida de Carga Total.- La pérdida de carga total del sistema será:

$$HT = Hf + Hm$$

Ecuación 17.- Pérdida de Carga Total

Cabeza Dinámica Total.- La cabeza dinámica total del sistema será:

$$CDT = HT + Presión\,del\,sistema\ +/-\ desnivel$$

Ecuación 18.- Cabeza Dinámica Total

Determinación de los Requerimientos de Bombeo.- Los requerimientos de potencia de la bomba se calculan con la siguiente fórmula:

$$P = \frac{1000 * Q * CDT}{75 * E_f}$$

Ecuación 19.- Potencia de la bomba

De donde:

P = Potencia de la bomba (Hp)

Q = Caudal total (m^3/seg)

CDT = Presión Manométrica Total (m)

E_f= Eficiencia del equipo (bomba – motor) en porcentaje

9. RECURSOS UTILIZADOS.

9.1.Humanos.

- Autoridades de la Facultad de Ingeniería Agrícola
- Docentes de la Facultad de Ingeniería Agrícola
- Estudiante de la Facultad de Ingeniería Agrícola
- Autores del proyecto

9.2.Materiales y Equipos.

- Materiales de oficina.
- Materiales de Topografía.
- Computadoras.
- Fotocopiadoras.
- Equipos Informáticos.
- Equipo Caminero.
- Equipos y Maquinarias Agrícolas.
- Materiales e Implementos de Albañilería.
- Materiales e Implementos de Cerrajería y Soldadura.
- Bombas de Agua.
- Materiales de PVC.
- Materiales de Riego.
- Insumos Agrícolas.
- Herramientas de Jardinería.
- Materiales e Implementos de Pintura.

9.3.Financieros.

El costo del presente trabajo de graduación con la modalidad de "**TRABAJO COMUNITARIO**" tiene un valor de **$ 12.761.23**de los cuales **$12.000,00** fueron entregados por medio de la beca otorgada por la Universidad Técnica de Manabí y el valor faltante que es de **$ 761,23** cubierto por los encargados de este proyecto.

10. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS EN LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.

10.1. Descripción y ubicación del área del proyecto.

El proyecto de tesis, se lo elaboró en los predios de la Facultad de Ingeniería Agrícola en la Parroquia Lodana del Cantón Santa Ana de la provincia de Manabí. Geográficamente se encuentra localizada a 80° 23’ 14¨ de longitud Oeste y 01° 10’ 25” de latitud Sur a una altitud promedio de 60 m.s.n.m.; los predios de la Facultad de Ingeniería Agrícola se encuentran en la intersección de la vía que conecta al cantón Santa Ana y 24 de Mayo.

El abastecimiento de agua para el riego de la cancha de futbol, se lo realiza directamente de uno de los canales que pasa por el interior de la facultad por el cual circula agua constantemente.

10.2. Levantamiento Planimétrico.

En el levantamiento Planimétrico realizado con la estación total, se determinó el área total del terreno así como el área de la cancha de futbol. El total del área en el que se implementará la cancha de fútbol es de 3.375 m^2.

Debido al cuidado del sistema de bombeo se tuvo que emplear la construcción de una caseta de bombeo y, por ende, se planteó un sistema de riego para tres módulos con sus respectivas válvulas de control y cada módulo con cinco aspersores, para realizar un riego secuencial, es decir, todos los módulos funcionan a la vez.

10.3. Parámetros Hidrofísicos del Suelo.

De acuerdo a los análisis y estudios realizados en el laboratorio, se obtuvieron los siguientes resultados: la densidad aparente de 1.47 gr/cm³ y los elementos congénitos las cuales ingresando los porcentajes dio una textura de suelo franca con una velocidad de infiltración estimada de 13.00 mm/h. La porosidad estimada de 43.46 %, la capacidad de campo es 26.8 % de acuerdo al modelo de PEELE y el punto de marchitez permanente es 14.43 % de acuerdo al modelo de BRIGGS (ver anexo 3).

10.4. Determinación de la Evapotranspiración del césped.

En base a los datos meteorológicos de los últimos 10 años extraídos en la estación experimental INIAP serie 2005 - 2014, se consideró que los meses de mayor consumo de agua son el mes de septiembre, octubre, noviembre con una evaporación media mensual de 4.84 mm, 4.85 mm, 4.82 mm respectivamente y una evapotranspiración diaria de 2.9 mm (ver anexo 4).

10.5. Diseño Agronómico.

Considerando las necesidades diarias del cultivo, se determinó una dosis neta de 200.02 m^3/Ha, y una dosis total de 285.75 m^3/Ha con una eficiencia de aplicación del 70 %.

Considerando los meses de septiembre, octubre y noviembre con una evapotranspiración diaria de 2.9 mm/día, se obtiene que la frecuencia entre riego será cada 7 días.

Para elegir el aspersor se consideró que la velocidad de infiltración estimada 13 mm/hno sea superada por el emisor para evitar encharcamientos. Se escogió el aspersor tipo POP UP cuyo caudal es de 0.46 l/s con un espaciamiento de 15 m x 15 m, teniendo una pluviometría de 7.41 mm/h, valor que es inferior a la velocidad de infiltración estimada (ver anexo 5).

Teniendo el emisor seleccionado, se determinó la duración del riego con una duración de 3.86 horas por turno, para alcanzar la lámina total de riego que es de 25.05 m^3/H.

Por último, teniendo los datos del caudal total lo dividimos para el caudal de cada aspersor dándonos como resultado el uso de 15 aspersores (ver anexo 6).

10.6. Diseño Hidráulico.

Partiendo del diseño agronómico se procedió a realizar el diseño hidráulico, utilizando las fórmulas de Hazzen Williams.

Se tiene que diseño espacial del sistema (ver anexo 6) cuenta con un distanciamiento de 15 m y se obtienen el número de 5 aspersores por cada lateral. La longitud de la tubería lateral es 67,5 m y 75m de longitud ficticia, con un caudal 2.3 l/s.

El diámetro de la tubería lateral es de 50 mm, considerando que las pérdidas de carga entre el primero y el último aspersor no deben ser mayores del 20% de la presión de trabajo.

Para el diseño del diámetro de la tubería principal de conducción y estimando velocidad ideal en tuberías de conducción de 2,5 m/seg. Teniendo el que caudal total a conducir es 6.91 l/s y se tiene un diámetro de conducción de 59 mm lo que conlleva a usar una tubería de 63 mm.

Las pérdidas de cargas totales por fricciones las tuberías laterales y tubería principal se determinaron utilizando las mismas ecuaciones de Hazzen Williams. Las pérdidas de carga en una lateral es de 0.95 m, multiplicando para las 3 laterales que funcionarán simultáneamente se tiene una pérdida de carga total en los laterales de 2.85 m. Con esto sumando las pérdidas de carga de la tubería principal se tiene un total de 4.96 m de pérdidas de carga por fricción.

Si se toma en cuenta las pérdidas de carga localizadas las cuales resultan un valor total de 3.79 m que sumado a las pérdidas de carga por fricción dan un total de 8.75 m.

El desnivel estático de la bomba resulta ser positivo en 2.30 m de altura de bombeo será del orden de 31.05 m. En base a esto se determinó los requerimientos del equipo de bombeo en base de la carga dinámica total que es del orden de 35.05 m y del caudal a bombear 6.91 l/s considerando un requerimiento del equipo, motor – bomba del orden del 80 % obteniéndose un requerimiento de potencia de bomba de 5 Hp (ver anexo 7).

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

11.1. CONCLUSIONES.

- La incorporación de limo y sustrato en la plataforma de 3375 m^2 permite que el suelo tenga las condiciones favorables para el normal desarrollo del césped en la cancha de fútbol, además las condiciones texturales de suelo franco ayuda a tener un buen drenaje del exceso de agua y con el apoyo de la pendiente dada en la nivelación se garantiza un escurrimiento hacia los laterales, lo que evita la inundación de la cancha.

- La siembra directa con semilla de pasto Bermuda Grass permitió un mayor brote y poblamiento del césped, ya que dicha variedad se ajusta a las condiciones favorables de nuestros suelos cumpliendo con las garantías del fabricante.

- El sistema por aspersión instalado cuenta con 15 emisores turbina POP UP cuyo caudal es de 0.46 l/s lo cual permite que en un tiempo de riego de 3,86 horas se pueda regar toda la superficie y cuya bomba cuenta con una potencia de 5 Hp.

11.2. RECOMENDACIONES.

- La frecuencia de riego se debe efectuar en turnos de cada siete días, calculados en este proyecto y de preferencia en las primeras horas de la mañana y las ultimas de la tarde con la velocidad del viento casi nulo.

- Realizar mantenimientos periódicos y permanentes del sistema de riego, canal de abastecimiento de agua para el tanque de reserva y cisterna de la estación de bombeo.

- Efectuar habitualmente la limpieza de los filtros individuales de los aspersores para evitar la obstrucción de los jets distribuidores de agua.

- Tener la cautela de antes de encender la bomba, se debe observar que el nivel del canal este sobrepasando a 10 cm el conducto de ingreso del agua al tanque de reserva, también se debe de destapar la válvula de aire, y notar que la presión al encender el sistema de riego este marcando 4,8 PSI.

- Realizar frecuencia de poda de césped de entre 6 a 9 días de acuerdo a la utilización de la cancha de fútbol.

- Ejecutar el respectivo control de maleza y fertilización del terreno de juego cada 22 días para evitar el deterioro del gramado.

12. SOSTENIBILIDAD Y SUSTENTABILIDAD.

La implementación de esta cancha de fútbol con sus sistemas riego y drenaje se sustenta técnicamente por cuanto se han utilizado todos los criterios que las diversas técnicas requieren en cuanto al diseño estructural agronómico e hidráulico de los sistemas, de igual manera como en la selección de los materiales utilizados el cual se prevé una vida útil de 10 años a su utilización y mantenimiento.

Además, con el sistema de riego y drenaje no solo se consigue el buen desarrollo del cultivo existente en el campo de juego, sino que con la ejecución de este proyecto se prevé que sirva como ejemplo para que los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Agrícola y a las personas que se interesen en este proyecto, puedan servirse de los métodos empleados en esta tesis.

La ejecución de este proyecto de desarrollo comunitario permitió a los egresados poner en práctica los conocimientos adquiridos en su formación profesional demostrando que los profesionales que conforman la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Técnica de Manabí están capacitados para brindar soluciones precisas que el campo agrícola lo requiere.

13. CRONOGRAMA VALORADO.

Actividades	Nov. 2014				Dic. 2014				Ene. 2015					Feb. 2015				Mar. 2015				Abril 2015					Mayo 2015				RECURSOS		Costo
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	Humanos	Materiales	(USD)
Presentación de la Propuesta																															Estudiantes	Equipos y materiales de oficina, internet y libros.	**40,20**
Aprobación de la Propuesta																															Estudiantes y profesores	Equipos de oficina y transporte	**100,00**
Acreditación de Recursos																															Autoridades UTM	Oficios y Convenio	**0,00**
Encuesta a Estudiantes																															Estudiantes	Hojas de encuestas y transporte	**45,00**
Tabulación de encuestas y análisis de resultados																															Estudiantes y Director de Tesis	Equipos y materiales de oficina.	**60,00**
Preparación de la superficie de la cancha																															Mano de obra, operadores y estudiantes	Maquinaria agrícola, Equipos topográficos, Herramientas menores	**7.703,00**
Construcción de caceta de bombeo y cisterna																															Mano de obra y estudiantes	Arena, cemento, agua, pintura, hierro, ladrillos, techo, rieles, etc.	**1.345,73**
Diseño y Fabricación del Sistema de Riego																															Mano de obra y estudiantes	Aspersores, tuberías, bomba, materiales menores, etc.	**2.272,00**
Siembra y mantenimiento																															Mano de obra y	Semillas, herramientas	**666,80**

del césped																														estudiantes	de siembra, fertilizantes y agroquímicos	
Implementación de porterías, poda, compactada y señalización de cancha																														Mano de obra y estudiantes	Tubos de cañerías, cortadora eléctrica, soplete, pintura, soladura, etc.	**428,50**
Redacción de tesis																														Estudiantes y Director de Tesis	Equipos y materiales de oficina	**100,00**
Sustentación e Incorporación																														Estudiantes	Derechos de grados y aranceles	**0,00**
																															Total	**12.761,23**

14. BIBLIOGRAFÍA

Agroterra . (2014). *Cesped en Tepe Tipo Global.* Obtenido de https://www.google.com.ec/search?q=tepe&biw=1366&bih=657&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMI0bD67ayUxgIVqzGMCh3CLACD#tbm=isch&q=tepe+cesped&imgrc=px9mN8Kyumi48M%253A%3Br9Be-6b5NNNiAM%3Bhttp%253A%252F%252Fstatic2.agroterra.net%252Fme

Aialanet. (2015). *cuando podar el cesped*. Obtenido de http://www.hogarmania.com/jardineria/tecnicas/suelos-abonos/201310/cuando-abonar-cesped-21971.html

Alcobendas, P. (2012). *TEMA RIEGO ASPERSION.*

Bárberi, P. (1-5 de octubre de 2001). *metodos preventivos y culturales para el manejo de malezas*. Obtenido de http://www.fao.org/docrep/007/y5031s/y5031s0e.htm

Bayergarden. (2012). *Fomentar un césped sano.* Obtenido de Bayer CropScience: http://www.bayergarden.es/Cuida-de-tus-plantas/Cuidado-del-Cesped/Cesped-Sano.com

Bravo, T., Mieles, J., Velasco, A., & Vera, M. (2008). *"Diseño, calculo e instalación de un sistema de riego para la cancha de fútbol del complejo deportivo de la Universidad Técnica de Manabí del Cantón Portoviejo."*. Portoviejo: Depositorio de la Universidad Técnica de Manabí.

Carlos. (21 de marzo de 2012). *la nivelacion del terreno agricola*. Obtenido de http://www.agronomiaparatodos.org/2012/03/la-nivelacion-del-terreno-agricola.html

Cavazorro, E. (2009). *Manejo de Canchas de Fútbol.* Obtenido de http://manejodelcesped.blogspot.com/2009/10/apuntes-tour-sudafrica.html

Cisneros, D. R. (2003). *Apuntes de la materia de Riego y Drenaje.* San Luis Potosí: Centro de Investigación y Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

David, O. (2014). *Definición de Fútbol.* Obtenido de http://conceptodefinicion.de/futbol/.com

distancia, U. N. (S.F.). *bombas centrifugas.* Obtenido de https://www.google.com.ec/search?q=curva+de+sistema+de+bombeo&biw=1366&bih=657&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0

Garden. (2012). *como hacer un sistema de riego*. Obtenido de http://plantas.facilisimo.com/como-hacer-un-sistema-de-riego-automatico

GreenFields. (2010). *Cesped Sintetico .* Obtenido de http://www.cesped-sintetico-greenfields.com/cesped-sintetico-deportivo/medidas-reglamentarias-canchitas-futbol/.com

infojardin. (2015). *riego automatico.* Obtenido de http://articulos.infojardin.com/articulos/instalacion-riego-automatico.htm

Jaimenchester. (09 de Diciembre de 2008). Obtenido de https://jaimenchester.wordpress.com/actividad-fisica-en-futbol/.com

Jujuy. (04 de 07 de 2013). *capacitaciones sobre manejo de riego.* Obtenido de http://www.jujuyaldia.com.ar/2013/07/04/capacitaciones-sobre-manejo-de-riego/#.VYCI21KKv7A

Lorenzo, E., Bellón, D., & Lopez, G. (2009). *Curso de Hidrología e hidráulica aplicada.* UdelaR - FI - IMFIA.

Outils Wolf. (2015). *Preparación del suelo para el césped.* Obtenido de http://www.cesped.es/preparacion-del-suelo-para-el-cesped/

Picasso, J. (2011). Obtenido de http://www.picasso.com.ar/bermuda.php

RecreaSport. (2015). *Medidas de canchas de Fútbol.* Obtenido de http://recreasport.com/

Reyes, J. (2011). *Inspección de Canchas Sintéticas De Fútbol.* Magallanes.

Richard, A. (2005). *Variedades de cesped- Tipos de semillas.* Obtenido de https://www.google.com.ec/search?q=estolones+cesped&biw=1366&bih=657&noj=1&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAcQ_AUoAWoVChMIi5zFiLCUxgIVR0WMCh0xOQVt#imgrc=qoveXhQ7F4t2ZM%253A%3BjkZHhhyu8BEkfM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.cesped.es%252Fwp-content%252F

Rugby, W. (2010). *Bienestar del Jugador.* Obtenido de http://irbplayerwelfare.com/?documentid=88&language=es

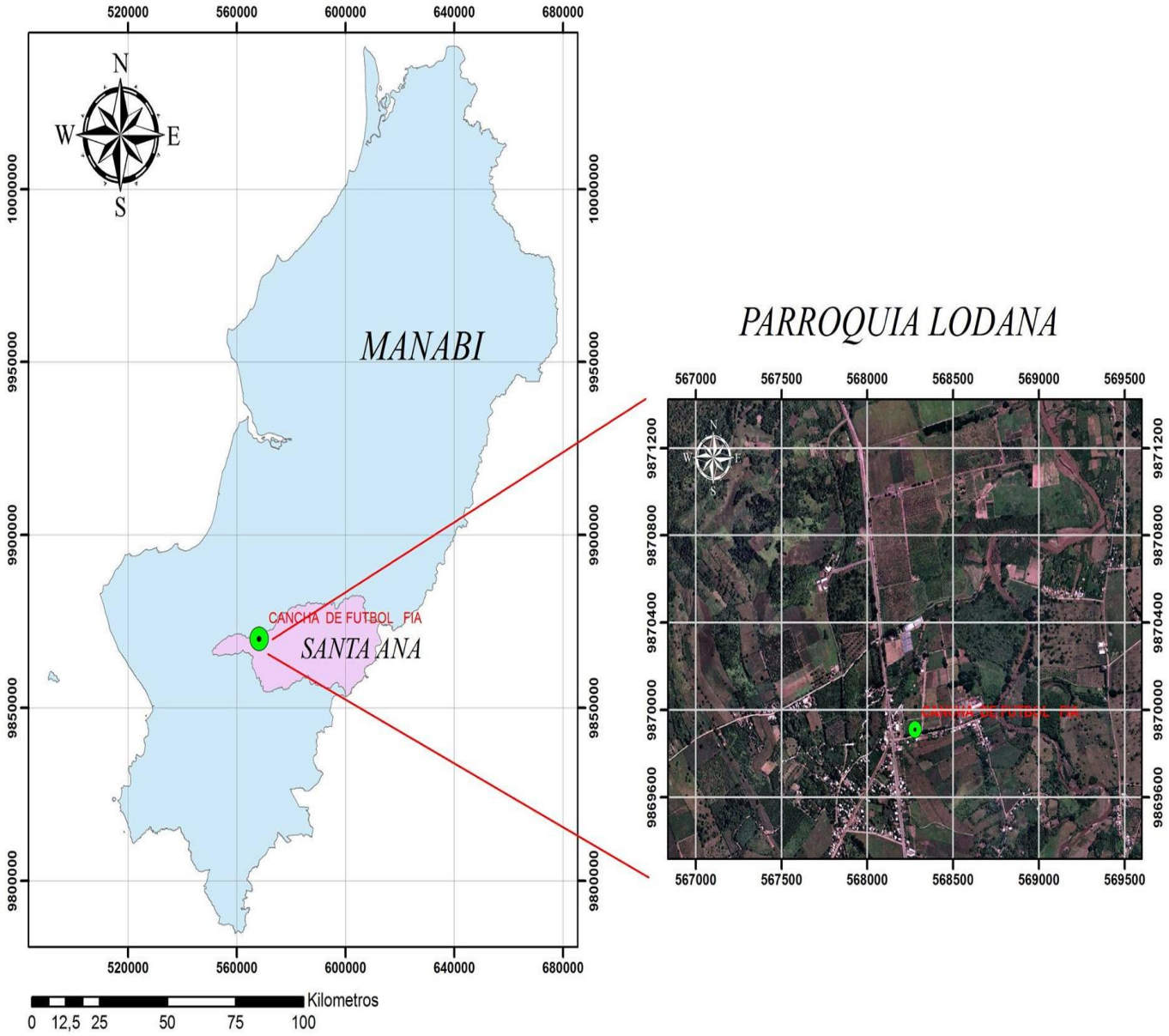
Saraví, T. (1985). *Fundamentos y diseños de sistemas de riego.* San José - Costa Rica: Centro interamericano de documentación e información agrícola.

Valverde, J. C. (1998). *Riego y drenaje.* Costa Rica: Universidad Estatal "San José". Primera edición.

ANEXOS

ANEXO 1

LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA



Fuente: Instituto Espacial Ecuatoriano

Elaborado por: Los autores

ANEXO 2

MODELO DE ENCUESTA Y TABULACION.

¿Qué problemas de infraestructuras podemos identificar en el Campus de la Facultad de Ingeniería Agrícola? *(puede elegir más de una opción o escriba la que usted crea conveniente).*

- ☐ Falta de áreas verdes y descanso.
- ☐ Falta de áreas deportivas.
- ☐ Falta de un bar-comedor universitario.
- ☐ Otros: _____

De los problemas antes mencionados. ¿Cuál cree que sería más factible la solución a través de una Tesis de Trabajo Comunitario? *(escribir una de las mencionadas en la pregunta anterior).*

_____

ANEXO 3

PARÁMETROS HIDROFÍSICOS DEL SUELO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICO DE SUELOS

REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO DE SUELOS										
MUESTRA	**Dr**	**Da**	**TEXTURA (%)**			**CLASE TEXTURAL**	**CAPACIDAD DE CAMPO**	**PUNTO DE MARCHITEZ**	**POROSIDAD**	**ESTIMACIÓN DE INFILTRACIÓN**
	gr/ cm³	gr/ cm³	arena	limo	arcilla		Cc %	Pmp %	%	mm/h
1	2.6	1.45	50.78	34.83	14.40	Franca	23.7	12.54	44.23	13.00
2	2.6	1.47	34.65	57.52	7.83	Franco Limosa	24.2	12.85	43.46	13.00
3	2.6	1.49	29.95	47.68	22.38	Franca	32.4	17.97	42.69	13.00
Media	**2.6**	**1.47**	**38.46**	**46.67**	**14.87**	**Franca**	**26.8**	**14.43**	**43.46**	**13.00**
Nota: La Dr para es constantes para todos los suelos agrícolas Dr = 2.6 gr/cm³. La estimación de la infiltración se basa en función de la textura del suelo.										

Jefe de laboratorio
Ing. Tanya Bravo Mero

MEMORIA DE CÁLCULO

Se realizó un estudio físico para determinar los parámetros hidrofísicos del suelo. Para esto, se tomaron 3 muestras en lugares distintos del suelo y fueron analizados en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Agrícola.

- La densidad real es casi la misma en todos los suelos agrícolas, pero esta varia cuando existe materia orgánica en cantidad. Pero se toma como una constante y su valor es 2.6 gr/cm³.

- La densidad aparente se calculó por el método del cilindro, dividiendo el peso de la muestra seca para el volumen del cilindro y obteniendo así el resultado con la siguiente fórmula:

$$Da = Pa/Va$$
$$Da = 72{,}03 \text{ gr}/49{,}0 \text{ Cc}$$
$$Da = 1{,}47 \text{ gr/Cc}$$

- La porosidad se determina a través de la densidad real y la densidad aparente. La fórmula es:

$$P = (1 – Da / Dr) * 100.$$
$$P = (1 – 1.47 / 2.6) * 100$$
$$P = 43.46\%$$

- La Capacidad de campo (Cc) y Punto de marchitez permanente (Pmp) se determinó a través de los elementos congénitos del suelo. Para ello se utilizaron las siguientes fórmulas:

Modelo de PEELE

Cc = (0.48 * % Arcilla + 0.162 * % Limo + 0.023 * % Arena + 2.62) da

Cc = (0.48 * % 14.87+ 0.162 * % 46.67+ 0.023 * % 38.46 + 2.62) 1.47

Cc = 26.8%

Modelo de BRIGGS

Pmp = (0.302 * % Arcilla + 0.102 * % Limo + 0.0147 * % Arena) da

Pmp = (0.302 * % 14.87 + 0.102 * % 46.67 + 0.0147 * % 2.62) 1.47

Pmp = 14.43%

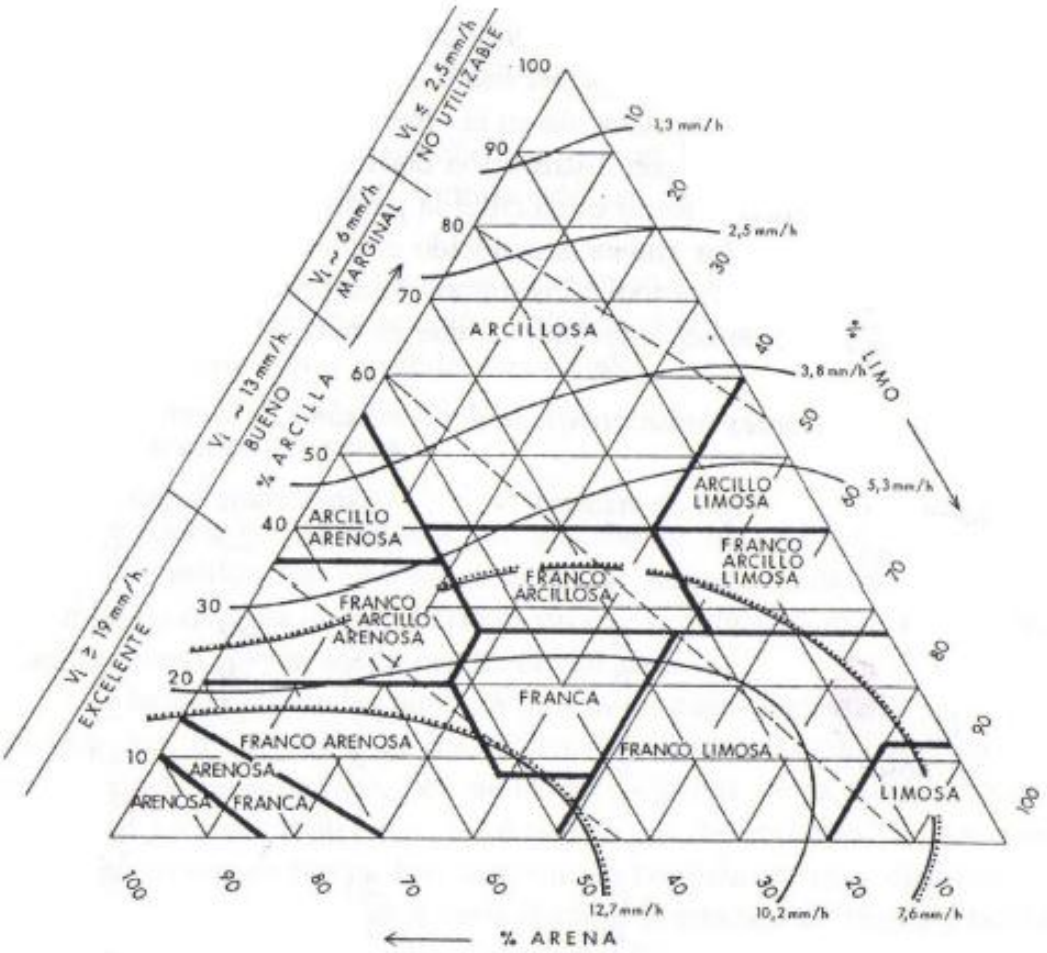
Calculo de Porcentaje.

Arcilla: 14.87

Limo: 46.67

Arena: 2.62

Ingresando los valores en el triángulo de textura, determinamos que la clase textural del terreno es tipo **FRANCO.**



Triángulo de textura

ANEXO 4

EVAPOTRANSPIRACIÓN DE CULTIVO
MEMORIA DE CÁLCULO

EVAPORACIÓN DE REFERENCIA MEDIA MENSUAL Ep (mm) SERIE 2005 - 2014 ESTACIÓN EXPERIMENTAL LODANA										
MES / AÑO	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
Enero	4.7	4.5	3.5	1.8	3.4	4.4	3.4	3.7	3.5	5.3
Febrero	2.8	2.9	4.4	3.4	3.4	2.9	3.4	3.2	2.6	3.8
Marzo	3.7	3.9	4.5	3.7	3.7	3.4	4.4	3.5	2.3	3.9
Abril	3.6	5.0	4.1	4.4	4.6	3.5	4.6	3.7	4.5	3.7
Mayo	4.1	4.8	3.8	3.9	4.0	3.2	3.2	4.2	4.0	3.5
Junio	3.8	4.0	3.6	2.9	4.3	3.7	4.2	4.4	4.6	3.8
Julio	3.9	4.8	4.1	3.6	5.2	4.2	3.5	4.7	4.4	4.7
Agosto	4.8	4.5	4.6	3.6	4.7	4.2	4.1	4.5	4.2	3.5
Septiembre	2.9	5.0	5.7	3.9	5.1	5.3	5.4	5.0	5.4	4.6
Octubre	4.0	6.0	5.1	4.3	5.7	3.2	5.4	5.1	4.8	5.0
Noviembre	5.0	5.1	5.4	5.3	4.9	3.7	4.2	3.7	5.5	5.6
Diciembre	4.8	4.9	4.5	4.4	4.2	4.4	4.1	4.5	3.6	6.1

EVAPOTRANSPIRACIÓN DE CULTIVO (Bermuda - 0.85)					
MES	**Ep media**	**KP**	**ETo**	**Kc**	**ETc**
Enero	3.82	0.70	2.7	0.85	2.3
Febrero	3.29	0.70	2.3	0.85	2.0
Marzo	3.71	0.70	2.6	0.85	2.2
Abril	4.16	0.70	2.9	0.85	2.5
Mayo	3.87	0.70	2.7	0.85	2.3
Junio	3.93	0.70	2.7	0.85	2.3
Julio	4.31	0.70	3.0	0.85	2.6
Agosto	4.27	0.70	3.0	0.85	2.5
Septiembre	**4.84**	0.70	3.4	0.85	**2.9**
Octubre	**4.85**	0.70	3.4	0.85	**2.9**
Noviembre	**4.82**	0.70	3.4	0.85	**2.9**
Diciembre	4.56	0.70	3.2	0.85	2.7

Cubeta Clase A	Caso A Cubeta rodeada de cubierta verde baja				Caso B Cubeta con barbecho de secano			
RH media %	Baja <40	Media 40-70		Alta >70	Baja <40	Media 40-70		Alta >70
Vientos Km/día	Distancia a barlovento de la cubierta verde (en m)				Distancia a barlovento de la cubierta verde (en m)			
Débiles <175	0	0.55	0.65	0.75	0	0.7	0.8	0.85
	10	0.65	0.75	0.85	10	0.6	0.7	0.8
	100	0.7	0.8	0.85	100	0.55	0.65	0.75
	1000	0.75	0.85	0.85	1000	0.5	0.6	0.7
Moderados 175-425	0	0.5	0.6	0.65	0	0.65	0.75	0.8
	10	0.6	0.7	0.75	10	0.55	0.65	0.7
	100	0.65	0.75	0.8	100	0.5	0.6	0.65
	1000	0.7	0.8	0.8	1000	0.45	0.55	0.6
Fuertes 425-700	0	0.45	0.5	0.60	0	0.6	0.65	0.7
	10	0.55	0.6	0.65	10	0.5	0.55	0.65
	100	0.6	0.65	0.7	100	0.45	0.5	0.6
	1000	0.65	0.7	0.75	1000	0.4	0.45	0.55
Muy fuertes >700	0	0.4	0.45	0.5	0	0.5	0.6	0.65
	10	0.45	0.55	0.6	10	0.45	0.5	0.55
	100	0.5	0.6	0.65	100	0.4	0.45	0.5
	1000	0.55	0.6	0.65	1000	0.35	0.4	0.45

PENMAN-MONTEITH

	0.50	0.90	0.85	1.2
Rye Grass (heno) -efecto promedio	0.50	1.15	1.10	1.2
de los cortes	0.40	0.85-1.05	0.85	0.15-
	0.30	0.75	0.75	0.30
Pasto de Sudan(anual)efecto	0.90	0.95	0.95	0.10
promedio de los cortes	0.80	0.85	0.85	0.10
-periodo individual de corte				0.10
Pastos de Pastoreo -pastos de rotación	0.40	1.25	0.75	
-pastoreo extensivo				3
Pastos (césped, turfgrass) -época fría	0.50	1.10	1.00	

Tomado de: BASES TÉCNICAS PARA EL RIEGO PRESURIZADO

ANEXO 5

DISEÑO AGRONÓMICO
MEMORIA DE CÁLCULO

DATOS:		
Profundidad de raíz (H):	0.20	m
Factor de agotamiento (f):	0.55	constante
Capacidad de campo (Cc):	26.80	%
Punto de marchitez (Pm):	14.43	%
Densidad aparente (Da):	1.47	gr/cm^3
Eficiencia de aplicación (Ea):	0.70	%
Evapotranspiración de cultivo (ETc):	2.90	mm/día
Superficie de riego (S):	0.34	ha
Tiempo de riego (T):	5.50	H

Dosis Neta

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

Dn = 100 * 0.20 * 1.47 * (26.80 - 14.43) * 0.55

Dn = 200.02 m^3/Ha

Dosis Total

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

Dt = 200.02 / 0.70

Dt = 285.75 m^3/Ha = 28.57 mm^3/Ha

Intervalo de riego

$$Ir = \frac{Dn}{ET_c}$$

Ir = 200.02 / 2.90

Ir = 7 días

Caudal Total Necesario

$$Q = 10 * \frac{s * Dt}{Ir * T}$$

Q = 10 * ((0.34 * 285.75) / (7 * 5.5))

Q = 25.05 m^3/H

DATOS		
Tipo de aspersor:	POP UP TURBINA 612	
Caudal del aspersor (q):	7.34	G/min
	0.46	l/s
	1666.91	l/H
Diámetro que moja	21.43	m
Presión de trabajo	50	PSI
Espaciamiento del lateral	15	m
Espaciamiento de aspersor	15	m

Pluviometría

$$P = \frac{q}{S}$$

P = 1666.91 / (15 * 15)

P = 7.41 mm/H

Duración del riego

$$t = \frac{Dt}{Pm}$$

t = 28.57 / 7.41

t = 3.86 H

Número de aspersores

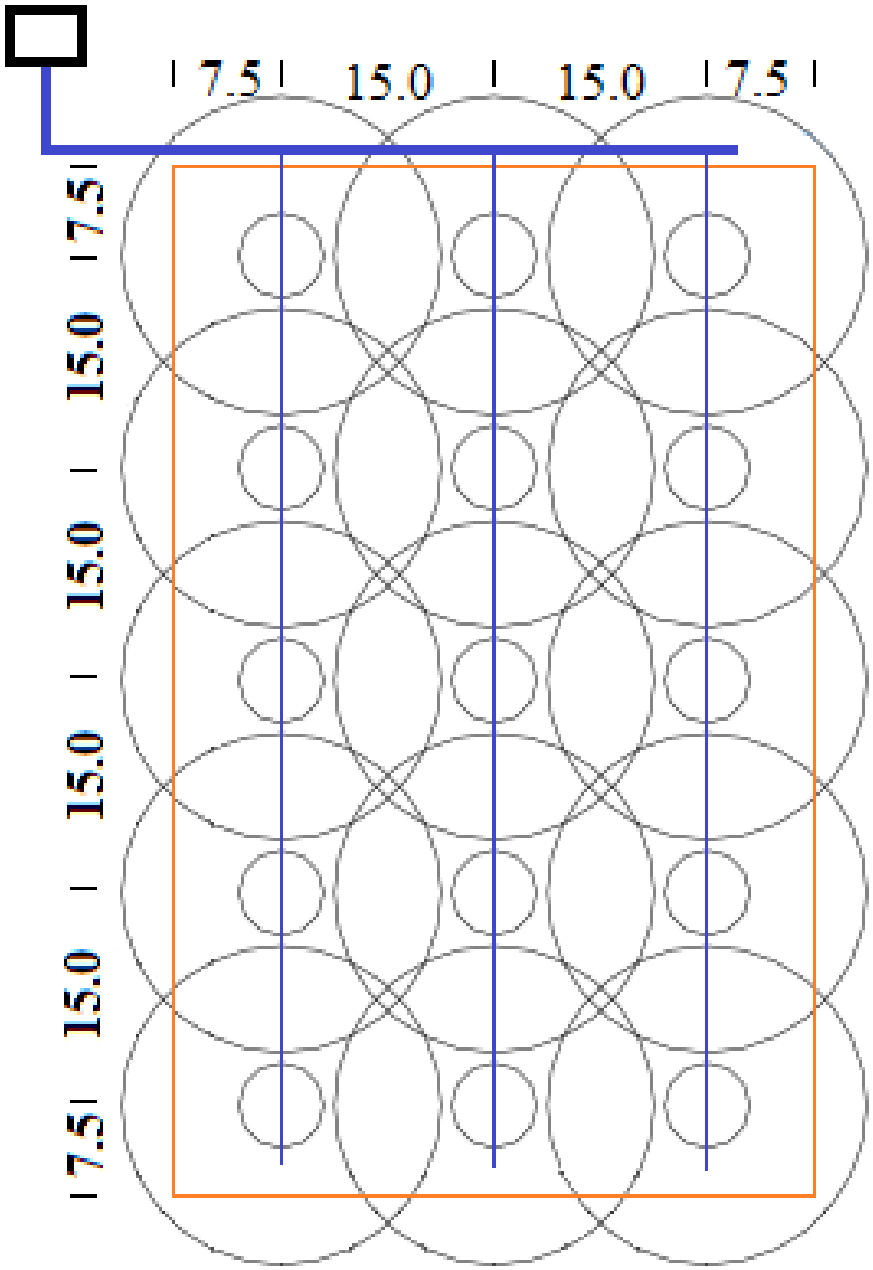
$$N = \frac{Q}{q}$$

N = 6.96 / 0.46

N = 15.13 = **15 aspersores**

ANEXO 6

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL SISTEMA



ANEXO 7

DISEÑO HIDRÁULICO
MEMORIA DE CÁLCULO

DATOS	Unidades		Conversión	
Número de aspersores (n)	15	u	5	lateral
Caudal del aspersor (q)	7.34	Gal/min	0.46	Litros/s
Presión de trabajo	50	PSI	35.15	mca
Diámetro que moja	21.43	m		
Separación de aspersores	15.00	m		
Distancia de 1° aspersor	7.50	m		

CÁLCULO DE LATERALES

Longitud del lateral

$L = distanciadel\ 1eraspersor + (distanciaaspersores * (N^{o}\ aspersores - 1))$

L = 7.5 + (15 * (5 – 1))

L = 7.5 + 60

L = 67.5 m

Longitud ficticia

Lf = 1.10 * L

Lf = 74.25 m

Caudal en el lateral

Q = q * n

Q = 0.46 * 5

Q = 2.3 l/s = 0.0023 m^3/s (se adopta tubería de 50 mm)

Pérdida de carga admisible

Pca = 0.2 * Presión de trabajo

Pca = 7.03 mca

Pérdida de carga por fricción

$$Hf = \frac{10.643 * Lf * Q^{1,85} * F}{CHw^{1,85} * D^{4,87}}$$

Cálculo de pérdidas de carga con salidas de distancias constantes.

Tabla para el cálculo del factor de salidas multiples	
Número de salidas	Factor
1	1.0000
2	0.6340
3	0.5280
4	0.4800
5	0.4510
6	0.4330

F = 0.4510 (Hazzen Williams para salidas constantes)

CHw = 150 (Coeficiente de Hazzen Williams para tuberías plásticas es 150)

D = 50 mm = 0.05 m

H = 0.95 mca

DISEÑO DE TUBERÍA

Caudal de tubería

$$\boxed{Q = n * q}$$

n = número de salidas

q = caudal de laterales

Q = 3 * 2.3

Q = 6.9 l/s = 0.007 m^3/s

Diámetro de tubería

$$\boxed{Q = \frac{3{,}1416 * D^2 * V}{4}}$$

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

Velocidad estimada de 2.5

D = √ (4*0.007) / (3.1416*2.5)

D = 0.059 m = 59 mm

Se adopta tubería de 63 mm

Pérdida de carga por fricción

$$\mathrm{Hf} = \frac{10.643 * \mathrm{Lf} * \ \mathrm{Q}^{1,85} \ * \mathrm{F}}{\mathrm{CHw}^{1,85} \ * \ \mathrm{D}^{4,87}}$$

Cálculo de pérdidas de carga
con salidas de distancias constantes.

Tabla para el cálculo del factor de salidas multiples	
Número de salidas	Factor
1	1.0000
2	0.6340
3	0.5280
4	0.4800
5	0.4510
6	0.4330

F = 0.5280 (Hazzen Williams para salidas constantes)

CHw = 150 (Coeficiente de Hazzen Williams para tuberías plásticas es 150)

D = 63 mm = 0.063 m

$$Hf = \frac{10{,}643 * 55 * 0.007^{1.85} * 0.528}{150^{1.85} * 0.063^{4.87}}$$

Hf = 2.11 mca

Pérdida de Cargas por Fricciones Totales.

$$Hf \ = \ hf \ laterales \ + \ hf \ principal$$

Hf = (0.95*3) + 2.11

Hf = 4.96 mca

Pérdidas Menores o Localizadas.

$$Hm = k\ \frac{v^2}{2g}$$

$$v = \frac{Q * 4}{3.1416 * D^2}$$

- **Laterales**

La pérdida de carga en los laterales de 50 mm corresponden a los siguientes accesorios: 15 T y 12 codos.

$$v = \frac{Q * 4}{3.1416 * D^2}$$

v = (0.0023 * 4) / (3.1416 * 0.05^2)

v = 1.17 m/s

Pérdida de carga por cada accesorio.

- T. (k=1.3 y gravedad 9.8)

$$Hm = k\ \frac{v^2}{2g}$$

Hm1 = 1.3 (1.17^2 / 2*9.8)

Hm1 = 0.09 m

- Codos. (k=0.9 y gravedad 9.8)

$$Hm = k\ \frac{v^2}{2g}$$

Hm2 = 0.9 (1.17^2 / 2*9.8)

Hm2 = 0.06 m

Pérdida de carga total localizada en laterales

Hm = Hm1 + Hm2

Hm = (0.09 * 15) + (0.06 * 12)

Hm = 2.07 m

- **Principal**

La pérdida de carga en la principal de 63 mm corresponden a los siguientes accesorios: 3 T, 3 codos y 1 válvula.

$$v = \frac{Q * 4}{3.1416 * D^2}$$

v = (0.007 * 4) / (3.1416 * 0.063^2)

v = 2.24 m/s

Pérdida de carga por cada accesorio.

- T. (k=1.3 y gravedad 9.8)

$$Hm = k\ \frac{v^2}{2g}$$

Hm1 = 1.3 (2.24^2 / 2*9.8)

Hm1 = 0.33 m

- Codos. (k=0.9 y gravedad 9.8)

$$Hm = k\ \frac{v^2}{2g}$$

Hm2 = 0.9 (2.24^2 / 2*9.8)

Hm2 = 0.23 m

- Válvulas. (k=0.2 y gravedad 9.8)

$$Hm = k\ \frac{v^2}{2g}$$

Hm3 = 0.2 (2.24^2 / 2*9.8)

Hm3 = 0.04 m

Pérdida de carga total localizada en principal

Hm = Hm1 + Hm2 + Hm3

Hm = (0.33 * 3) + (0.23 * 3) + (0.04 * 1)

Hm = 1.72 m

Hm total = Hm lateral + Hm principal

Hm = 2.07 + 1.72

Hm = 3.79 m

Pérdida de carga total

$$HT = Hf + Hm$$

HT = 4.96 + 3.79

HT = 8.75 m

Cabeza Dinámica Total.

$$CDT = HT + Presión\ del\ sistema\ +/- desnivel$$

CDT = 8.75 + 20 + 2.30

CDT = 31.05 m

Considerando una eficiencia de una eficiencia de la bomba de un 90%, la potencia requerida será:

$$\boldsymbol{P = \frac{1000 * Q * CDT}{75 * E_f}}$$

P = (1000 * 0.007 * 31.05) / (75 * 0.8)

P = 3.6 HP

ANEXO 8

MANUAL DE MANTENIMIENTO

Recomendaciones del Mantenimiento del Sistema de Bombeo y Cancha de Fútbol:

- Mantener limpio el canal de abastecimiento y el filtro de ingreso de agua al tanque de reserva.
- Desalojar los sedimentos ingresados por la calidad del agua en la cisterna en periodos de 6 meses.
- Revisar y limpiar el check de la tubería de succión y cada uno de los filtros de los aspersores
- Rodillar la cancha de fútbol de acuerdo a las necesidades y al uso de la misma.
- Realizar control de maleza del césped de acuerdo a la población de las malas hierbas existentes en la cancha y fertilizar según la coloración del pasto.
- Efectuar la respectiva señalización del campo de juego en periodos de 15 días.
- Ejecutar el mantenimiento de las porterías y la sustitución de las redes de acuerdo a la vida útil de ellas.
- Eliminar las malas hierbas de los alrededores de la cancha de fútbol para así, evitar una propagación y germinación de semillas de maleza dentro del campo de juego.

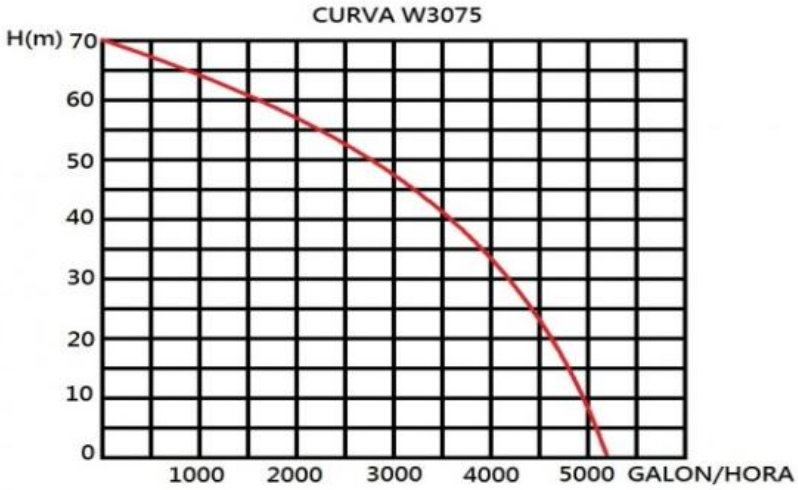
ANEXO 9

ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA PARA EL SISTEMA DE RIEGO

Bomba Rong Long W3075.

Especificaciones:

Motor	5Hp
Voltaje	220 Volt
Velocidad	3450 R.P.M.
Diámetro	2” x 2”
Succión	9 metros
Altura Máxima	70 metros
Distribución de agua	5100 galones/hora



ANEXO10

ESPECIFICACIONES DE ASPERSOR

Aspersor turbina pop-up VYR-601 de ¾”

Características:

- ✓ Aspersor con tecnología de turbina mediante engranajes auto-lubricados por agua con sistema de riego silencioso y conexión hembra de 3/4".
- ✓ Sector de riego ajustable a través del sistema interior de omegas superpuestas. Dependiendo de la colocación, este aspersor tiene la funcionalidad de funcionar en modo circular 360º, o en modo sectorial 15º-360º.
- ✓ Amplia gama de toberas "cortina de agua" con una excelente distribución a lo largo del marco de alcance.
- ✓ Válvula de retención incorporada (8,8 m de columna de agua).
- ✓ Filtro anti-gravilla extraíble para limpieza de mantenimiento.
- ✓ Sistema de memoria de arco automática en caso de ser forzado exteriormente.

Especificaciones:

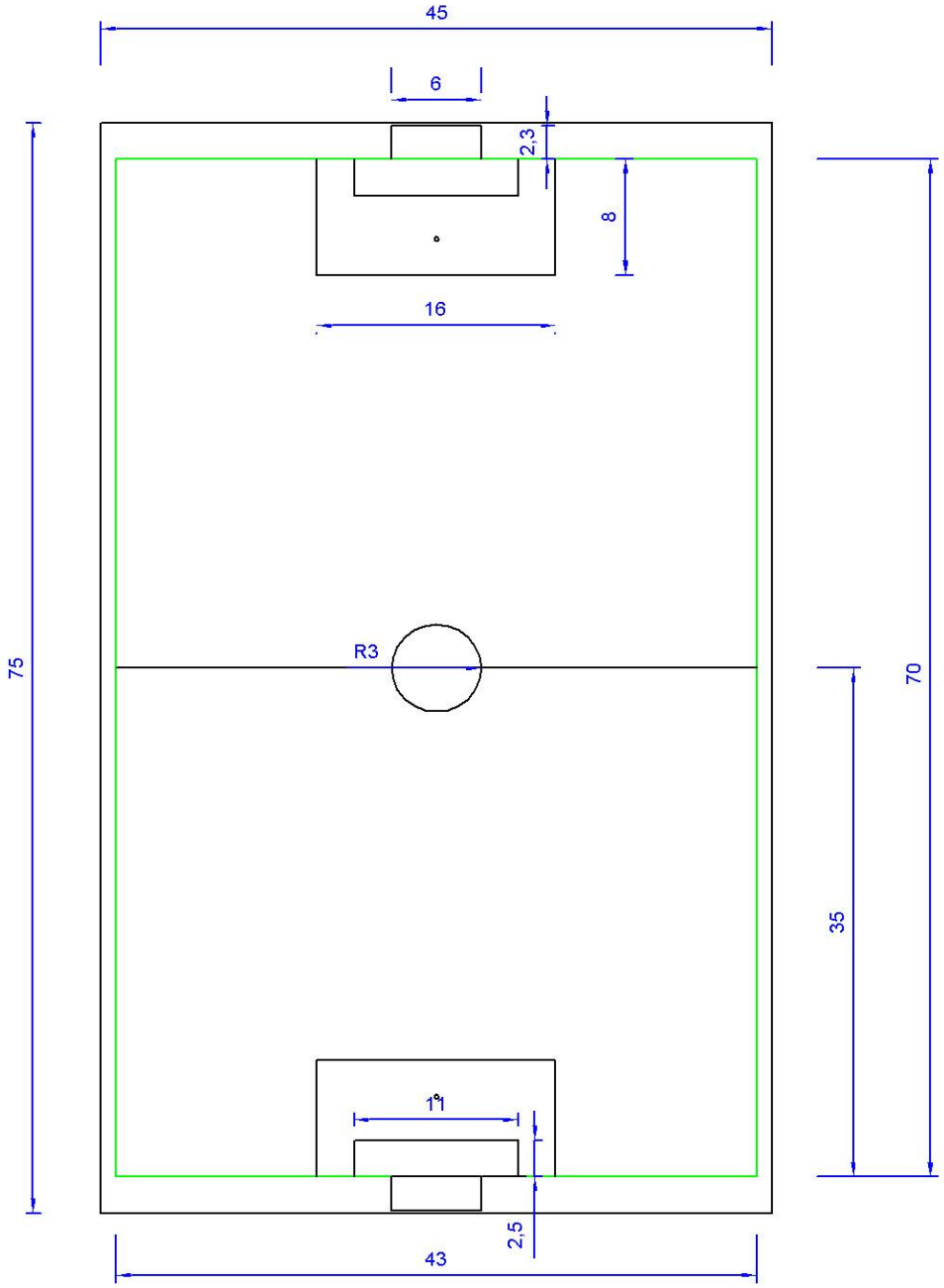
- ✓ Alcance: 7-15 m.
- ✓ Caudal: 200 - 2,400 l/h.
- ✓ Presión de trabajo: 3 - 8 BAR.
- ✓ Sector: Circular o sectorial.
- ✓ Boquillas: Una boquilla multichorro compuesta por chorros de corto, medio y largo alcance, con 2 modelos de ángulo estándar (8 boquillas) y ángulo bajo (4 boquillas).
- ✓ Ángulos de trayectoria: 25º ángulo estándar y 12º ángulo bajo.
- ✓ Altura máxima de chorro: 7 m.
- ✓ Tiempo de rotación: 360º entre 1 y 4 minutos (ajustable)
- ✓ Coeficiente de Uniformidad superior al 90% en marcos de hasta 12x12R, 14x14T, 14x15T.

Aplicaciones:

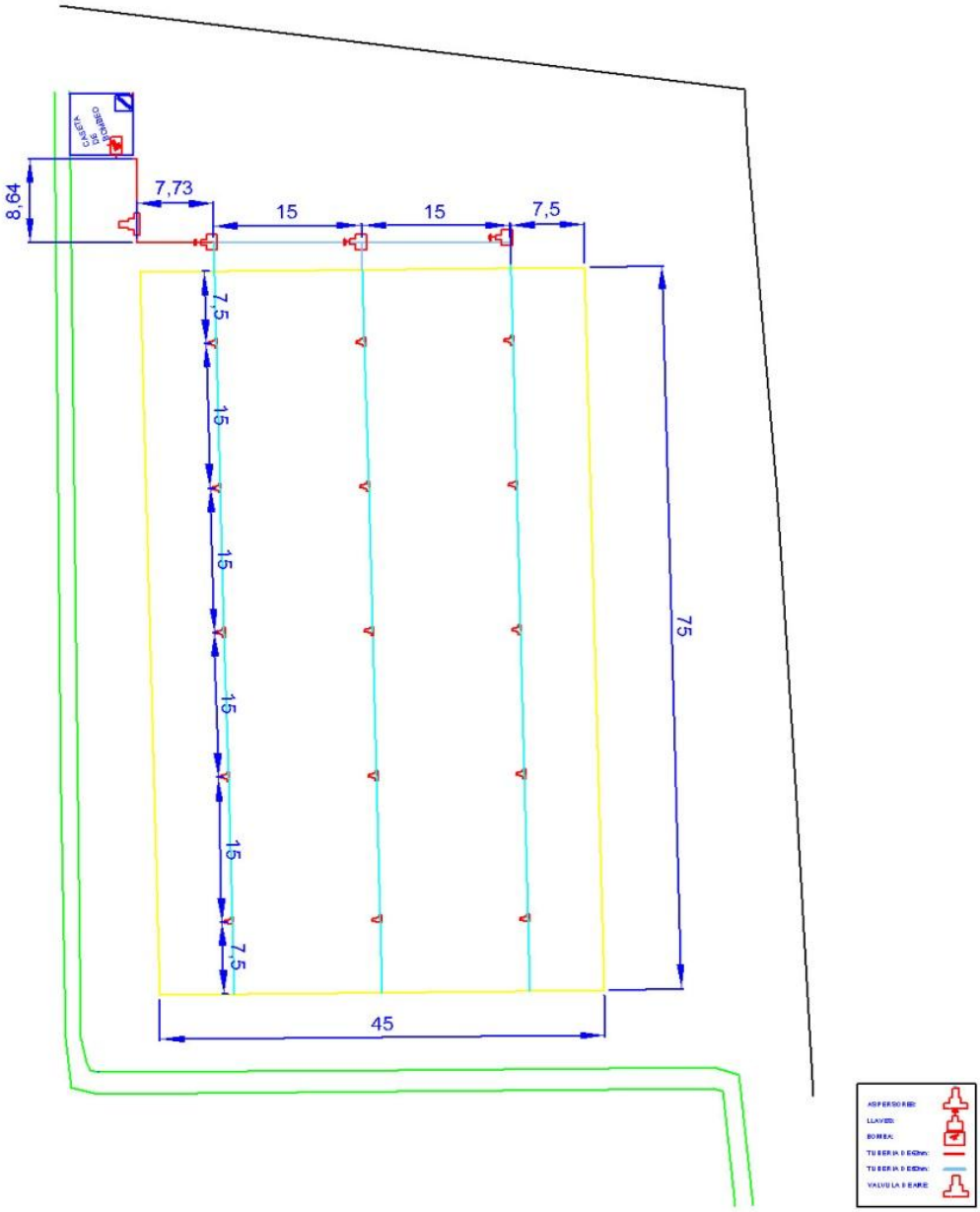
- ✓ Los aspersores de turbina de la serie VYR-601 están diseñados para obtener el más alto rendimiento y durabilidad de los mismos.
- ✓ Se emplean tanto en aplicaciones residenciales, urbanas o comerciales.

ANEXO 11

MEDIDAS DE LA CANCHA



CONTENIDO: Diseño de Cancha de Fútbol con Infraestructura de Riego y Drenaje en la Facultad de Ingeniería Agrícola			
PROVINCIA: Manabí	CANTÓN: Santa Ana	PARROQUIA: Lodana	
DISEÑO Y CAD: Los Autores	FECHA: Mayo 2015	ESCALA: 1 : 500	LÁMINA: 1/2



CONTENIDO:			
Diseño de Cancha de Fútbol con Infraestructura de Riego y Drenaje en la Facultad de Ingeniería Agrícola			
PROVINCIA: Manabí	CANTÓN: Santa Ana	PARROQUIA: Lodana	
DISEÑO Y CAD: Los Autores	FECHA: Mayo 2015	ESCALA: 1 : 500	LÁMINA: 2/2

ANEXO 12

FOTOS DE PROYECTO

Inspección y Medición del Terreno.

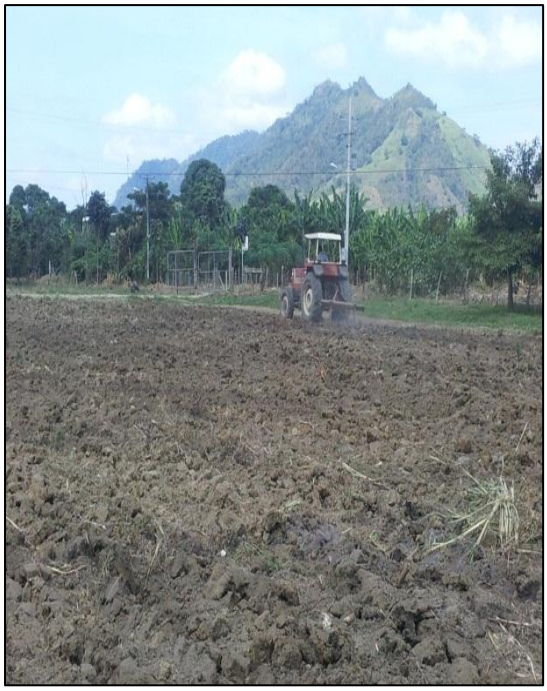
Estudio Físico del suelo.

Limpieza y Desbroce de la superficie.

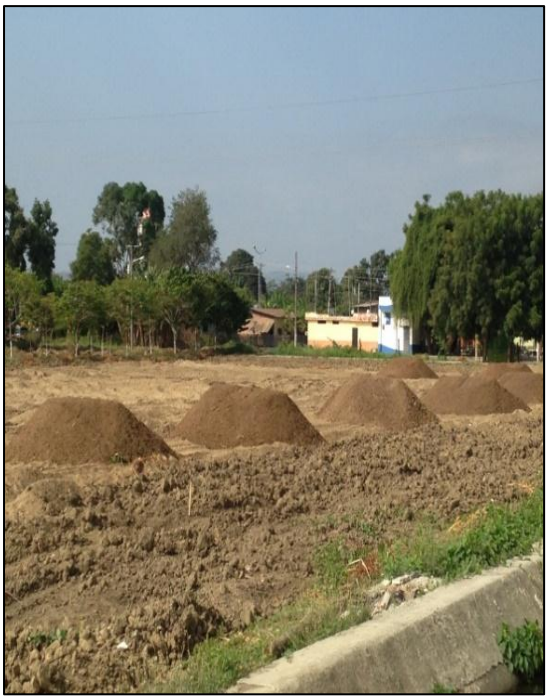
Desalojo de materiales.

Topografía y nivelación.

Labores del suelo.



Incorporación de Limo.



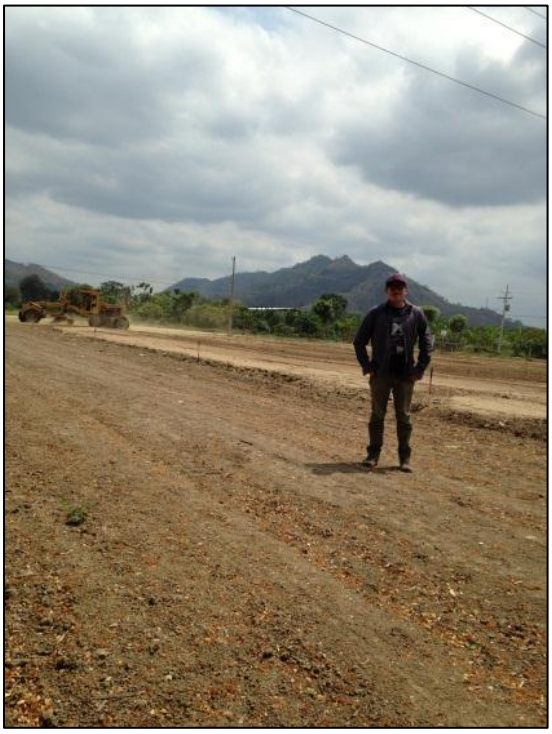
Tendido de Limo.

Nivelada y Recorte del terreno.

Incorporación de sustrato (estiércol de ganado vacuno).

Preparación de la cama (Arado y Rotavators).

Nivelación del Terreno.



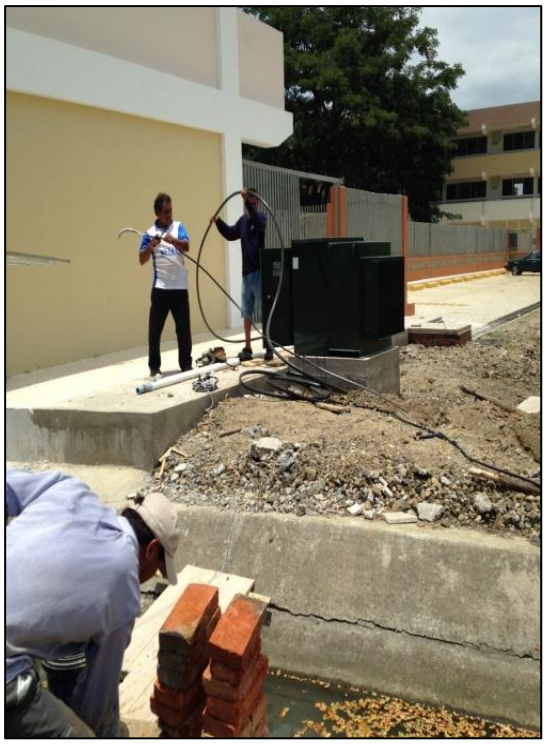
Delimitación de Campo de Juego.

Nivelación manual de la plataforma.

Construcción de Cisterna.

Construcción de caseta de bombeo.

Instalación eléctrica para caseta de bombeo.



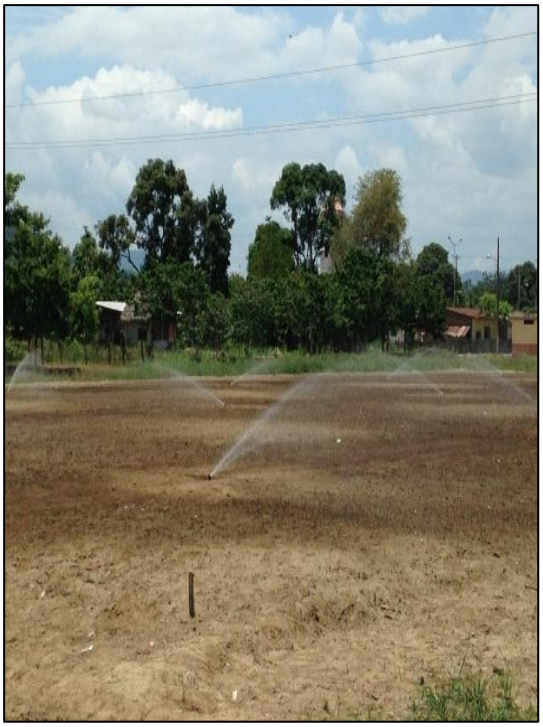
Excavación de las líneas secundarias para el sistema de riego.

Excavación de línea principal para el sistema de riego.

Instalación de tuberías del Sistema de Riego.

Instalación de bomba, aspersores Pop-Up y accesorios del sistema de riego.

Funcionamiento del sistema de riego.



Fertilización directa con abono triple 15 (15 N-15 P-15 K).

Control de preemergente de maleza.

Siembra directa del césped Bermuda Grass al boleo.

Control de maleza postemergente (15 días).

Imagen panorámica del césped cubierto en un 75%.

Desbroce de maleza en los exteriores de la cancha.

Enlucido y pintada de caseta de bombeo.

Elaboración, pintado y colocación de porterías.

Implantación de porterías.

Colocación de mallas en las porterías

Poda del césped.

Compactación del campo.

Señalización del terreno de juego.