



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO SEDE LATACUNGA

CARRERA DE TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UN SISTEMA DE RIEGO POR
ASPERSIÓN PARA EL CULTIVO DE PASTO EN LA HACIENDA DE
LA BRIGADA DE FUERZAS ESPECIALES N.-9 PATRIA”**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN
ELECTRÓNICA**

VICTOR MANUEL CAÑAR GONZAGA

ROBINSON LENID VILLAMARIN PEÑAFIEL

LATACUNGA, MARZO 2009

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fu desarrollado por el Sr. CBOP. Cañar Gonzaga Víctor Manuel y el Sr. CBOS. Villamarín Peñafiel Robinson Lenin bajo nuestra supervisión.

Ing. Sixto Reinoso V.
Director

Ing. Misael Pazmiño J.
Codirector

DEDICATORIA

El presente trabajo dedico a mis padres y hermanos por el apoyo incondicional que me brindaron durante la trayectoria de mis estudios.

CBOP. CAÑAR VICTOR

DEDICATORIA

Primero es a Dios por darme la vida, mi familia y a mis dos grandes amores:
ALEN y JAROTHL: mis hijos.

A mi esposa que ella fue el motor de mi vida a quien amo y protegeré siempre.
A mi señor padre por su enseñanza y amor, por su herencia: mi educación.

A mi madre por su apoyo todos estos años por su infinito amor comprensión y por ayudarme a que este momento llegara, gracias mamá.

A mis hermanas por confiar en mí.

.

CBOS. ROBINSON VILLAMARIN

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que de una u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo y especialmente al Ing. Sixto Reinoso Director de tesis e Ing. Misael Pazmiño por su invaluable ayuda.

CBOP. CAÑAR VICTOR
CBOS. VILLAMARIN ROBINSON

RESUMEN

El objetivo de este tema de tesis es realizar un estudio de factibilidad de un sistema de riego por aspersión para la aplicación en la Hacienda de la Brigada N.-9 Patria. Siendo una alternativa de solución con respecto a los costos y eficiencia, ya que se sabe que los sistemas de riego por aspersión son más eficientes y a la vez son costosos.

Este trabajo de investigación tiene en su estructura el diseño de un sistema de riego por aspersión y el análisis económico del sistema.

En el Capítulo Uno se da el concepto de los sistemas de riego por aspersión, producción del cultivo de pasto, tipos de suelo, y clasificación de los sistemas de riego como alternativas para el diseño.

El Capítulo Dos nos habla de la ubicación geográfica, aspectos naturales, aspectos demográficos, aspectos hidrográficos, las partes de un sistema de riego por aspersión, y sus ventajas e inconvenientes que son muy importantes para el cultivo de pasto.

En el Capítulo Tres consta el desarrollo de la investigación, los cálculos para la selección de la tubería, el tipo de bomba a utilizar, la selección del aspersor, utilización del programa LabView, los cuales son fundamentales para el desarrollo del sistema de riego por aspersión.

Para finalizar en el Capítulo Cuatro se dan algunas conclusiones y recomendaciones que son útiles para el diseño del sistema de riego por aspersión.

Se incluyen anexos en los cuales se detallan las características del aspersor, como seleccionar la tubería, electro válvulas, el tipo de bomba, el circuito de control y potencia.

En los planos se incluye los dimensionamiento para el diseño del sistema de riego por aspersión.

OBJETIVO GENERAL

Realizar el estudio de factibilidad de un Sistema de Riego por Aspersión para la hacienda de la Brigada Patria N.-9 Patria.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Analizar el uso de los Sistemas de Riego en nuestro medio y las ventajas que éstas ofrecen en el área productiva, de las zonas que lo emplean de la mejor manera, para de esta manera objetivizar y orientar a los administradores de la hacienda de la Brigada de Fuerzas Especiales N° 9 Patria.
- Aprovechar de una mejor manera los recursos a nuestro alcance y ser un aporte más en el desarrollo de nuestra sociedad.
- Proponer la implementación del sistema de riego, el mismo que esté basado en la tecnología existente en nuestro medio.

INDICE GENERAL

I.-	SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION	- 1 -
1.1.-	INTRODUCCION	- 1 -
1.2.-	RIEGO POR ASPERSIÓN	- 2 -
1.2.1.-	CLASIFICACIÓN.	- 5 -
1.2.2.-	OTRAS CLASIFICACIONES.....	- 6 -
1.2.3.-	INFORMACIÓN PRÁCTICA DE ASPERSORES CONVENCIONALES ...	- 7 -
1.2.4.-	VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL RIEGO POR ASPERSIÓN	- 9 -
1.3.-	PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DEL PASTO.....	- 10 -
1.3.1.-	APLICACIÓN EN JARDINERIA DEL RIEGO POR ASPERSIÓN:	- 12 -
1.4.-	TIPOS DE SUELO	- 13 -
1.4.1.-	TIERRA ARCILLOSA.....	- 14 -
1.4.2.-	TIERRA ARENOSA	- 14 -
1.4.3.-	TURBERA	- 15 -
1.4.4.-	RICOS Y POBRES EN CAL	- 15 -
1.5.-	SISTEMAS DE REGADÍO	- 16 -
1.5.1.-	POR INUNDACIÓN	- 16 -
1.5.2.-	POR SURCOS.....	- 17 -
1.5.3.-	POR ASPERSIÓN	- 17 -
1.5.4.-	POR GOTEO	- 18 -
II.-	RIEGO POR ASPERSION	- 19 -
2.1.-	UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	- 19 -
2.2.-	ASPECTOS NATURALES.....	- 19 -
2.3.-	ASPECTOS DEMOGRÁFICOS.....	- 20 -
2.4.-	ASPECTOS HIDROGRÁFICOS.....	- 21 -
2.5.-	PARTES DE UN SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION	- 22 -

2.5.1.-	VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL RIEGO POR ASPERSIÓN	- 23 -
2.5.1.1.-	Ventajas.....	- 23 -
2.5.1.2.-	Inconvenientes	- 23 -
III.-	DESARROLLO DE LA INVESTIGACION	- 24 -
3.1.-	DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO.....	- 24 -
3.1.1.-	DIMENSIONAMIENTO DEL DEPÓSITO.....	- 24 -
3.1.2.-	SELECCIÓN DE LA TUBERÍA.....	- 24 -
3.1.2.1.-	Tubería de la red Principal.....	- 24 -
3.1.2.2.-	Tubería de las Redes Secundarias	- 25 -
3.1.2.3.-	Redes principales y secundarias	- 25 -
3.1.2.4.-	Fórmulas empleadas en el del sistema de riego por aspersión	- 25 -
3.1.2.5.-	Caudal que se requiere.....	- 25 -
3.1.2.6.-	Presión de entrada en la red secundaria	- 26 -
3.1.2.7.-	Factor de Fricción Hazen-Williams, C	- 26 -
3.1.2.8.-	Carga dinámica total	- 27 -
3.1.2.9.-	Dimensionamiento de la bomba	- 27 -
3.1.2.10.-	Fórmula de Hazen – Williams.....	- 28 -
3.2.1.-	CALCULO DEL TIPO DE BOMBA	- 28 -
3.2.2.-	SELECCIÓN DEL ASPERSOR.....	- 29 -
3.2.3.-	DIMENSIONES DE LAS ELECTROVALVULAS	- 30 -
3.2.3.1.-	Electroválvula	- 30 -
3.2.4.-	DISEÑO DEL LOS SISTEMAS DE FUERZA CONTROL Y MANDO	- 30 -
3.2.4.1.-	Sensor de humedad.....	- 30 -
3.2.4.2.-	EIA-485.....	- 34 -
3.2.4.3.-	LCD (Liquid Crystal Display), pantalla de cristal liquido.....	- 35 -
3.2.4.4.-	Comunicación serial RS232.....	- 36 -
3.2.4.5.-	El puerto de comunicaciones.....	- 37 -

3.2.4.2.1.-	<i>El conector DB9 del PC</i>	- 37 -
3.2.4.1.-	Comunicación serial PC-PIC	- 38 -
3.2.4.2.-	Microcontrolador PIC 16F877A	- 39 -
3.2.4.4.1.-	<i>Descripción del PIC16F877A</i>	- 40 -
3.2.4.3.-	Microcontrolador PIC 16F628A	- 42 -
3.2.4.3.1.-	<i>Descripción del PIC16F628A</i>	- 43 -
3.2.4.4.-	Sensores	- 44 -
3.2.4.5.-	Sensores de humedad	- 44 -
3.2.4.1.-	Tipos de sensores	- 45 -
3.2.4.2.-	Sensores capacitivos	- 45 -
3.2.4.3.-	Sensor de bloque de polímero resistivo	- 46 -
3.2.4.4.-	Consideraciones generales para el diseño	- 47 -
3.2.4.6.1.-	<i>Datos del terreno</i>	- 47 -
3.2.4.6.2.-	<i>Diseño de la red de tuberías</i>	- 48 -
3.2.4.6.3.-	<i>Pérdida Total</i>	- 51 -
3.2.4.6.4.-	<i>Accesorios</i>	- 53 -
3.2.5.-	UTILIZACION DEL PROGRAMA LABVIEW	- 54 -
3.2.5.1.-	Panel frontal	- 54 -
3.2.5.2.-	Diagrama de bloques	- 55 -
3.2.5.3.-	Clases de datos.....	- 57 -
3.2.5.5.-	Paletas de trabajo	- 57 -
3.2.5.6.-	Menús de trabajo	- 59 -
3.2.5.7.-	Paleta de funciones.....	- 61 -
IV.-	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	- 62 -
4.1.-	CONCLUSIONES	- 62 -
4.2.-	RECOMENDACIONES.....	- 63 -
	REFERENCIAS	- 64 -

ANEXOS - 1 -
PLANOS TECNICOS.....9

I.- SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION

1.1.- INTRODUCCION

En la actualidad el uso de sistemas presurizados de riego contribuye una alternativa viable al uso eficiente del agua, principalmente en las zonas agrícolas donde este recurso es escaso.

A nivel provincial el 10% de la superficie total irrigada es la que se encuentra equipada con riego presurizado, mientras que la zona de la Hacienda de la Brigada Patria, sólo tiene el 1.0% de su área de riego equipada con estos sistemas. Esta región es cuenca lechera de gran importancia a nivel provincial, para lo cual cuenta aproximadamente con cabezas de ganado lechero (SARH) que demandan para su alimentación cantidades de forraje verde, siendo el cultivo de alfalfa el forraje preferido. Sin embargo, es un cultivo que demanda láminas anuales de riego que varían entre 1.2 a 1.7 metros, lo que agrava el problema del abatimiento del acuífero en la región, lo cual conlleva a buscar sistemas alternativos de riego que incrementen la eficiencia del uso del agua en este cultivo.

La construcción de sistemas inteligentes en nuestro país es una tendencia que debe aplicarse, los sistemas automatizados controlan la temperatura ambiente, la humedad, ajusta la iluminación, controla el audio y video, así como los accesos, el riego; así mismo detectan y controlan accidentes como inundaciones, incendios, o simplemente regulan a distancia lo que ocurre en casa haciendo nuestra vida mucho más fácil, confortable y segura.

Por lo antes mencionado, se planteó la presente investigación, la cual contempla dos variantes de riego por aspersión en el cultivo (utilizando sistemas inteligentes) y se compara con la forma convencional de productividad y rentabilidad del cultivo en función del tipo de riego utilizado.

1.2.- RIEGO POR ASPERSIÓN

Es aquel sistema de riego que trata de imitar a la lluvia. Es decir, el agua destinada al riego se hace llegar a las plantas por medio de tuberías y mediante unos pulverizadores, llamados aspersores y, gracias a una presión determinada, el agua se eleva para que luego caiga pulverizada o en forma de gotas sobre la superficie que se desea regar (figura I.1).

Para conseguir un buen riego por aspersión son necesarios:

- Presión en el agua
- Aspersores adecuados que sean capaces de esparcir el agua a presión que les llega por la red de distribución.
- Depósito de agua que conecte con la red de tuberías.



Figura I.1. Sistema de riego por aspersión ¹

Presión en el agua: Es necesaria por dos motivos: la red de distribución se multiplica en proporción a la superficie que debemos regar y teniendo en cuenta que el agua debe llegar al mismo tiempo y a la misma presión a las bocas donde se encuentran instalados los mecanismos de difusión (aspersores) con el fin de conseguir un riego uniforme. La segunda razón es que la presión del agua debe

¹ www.uaaan.mx/academic/riego/RXD468.html

ser capaz de poner en marcha todos los aspersores al mismo tiempo bien sean fijos o móviles, de riego más pulverizado o menos.

En el caso de que la presión de la red no sea suficiente se deberá instalar una electrobomba para que dé la presión suficiente desde el depósito hasta los aspersores.

Red de tuberías: En general la red de tuberías que conducen el agua por la superficie a regar se compone de ramales de alimentación que conducen el agua principal para suministrar a los ramales secundarios que conectan directamente con los aspersores.

Todo esto supone un estudio técnico adecuado ya que de él dependerá el éxito de la instalación.

Existen diferentes tipos:

- Polietileno de baja densidad (PE-BD) de densidad igual o inferior a 0,93 gr/cm³.
- Polietileno de media densidad (PE-MD) de igual densidad que el de alta.
- Polietileno de alta densidad (PE-AD) de densidad superior a 0,94 gr/cm³.(figura I.2)



Figura I.2 Tipos de tubería

A igualdad de diámetro, la tubería de alta densidad tiene menor espesor y por lo tanto, deja pasar mayor caudal que la de baja densidad. No obstante, la más utilizada para riegos por aspersión es la de baja densidad por su flexibilidad y facilidad de montaje; empleándose la de alta para diámetros superiores a 90 mm.

La tubería de media densidad (PE-MD) tiene igual espesor que la de alta densidad pero no es tan rígida, por lo que se está utilizando cada vez más en instalaciones de riego de este tipo.

Las piezas de PE son iguales o similares a las explicadas en el apartado de tuberías de PVC.

Los aspersores: Son los emisores de agua, que funcionando hidráulicamente como una tobera⁸⁹ (figura I.3), lanzan el agua pulverizada a la atmósfera a través de un brazo con una o dos salidas (boquillas) en su extremo, a una distancia superior a 5 m. Distribuyen el agua sobre el terreno con un chorro de agua que gira entre dos extremos regulables o girando 360 grados.

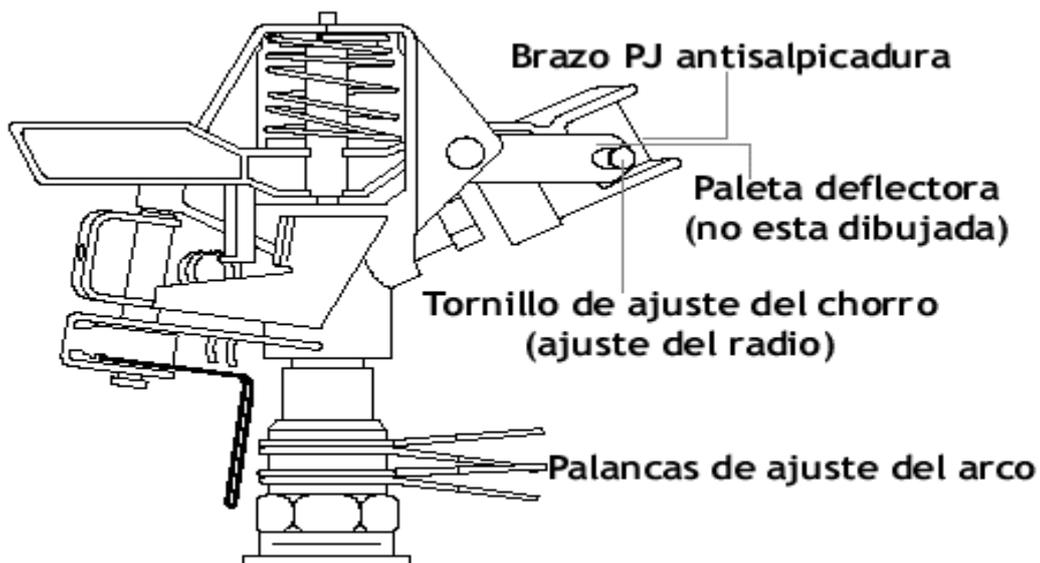


Figura I.3

Los aspersores mas utilizados en riegos de jardines, son los llamados emergentes, que en situación de NO funcionamiento, se esconden bajo el terreno dejando ver solo una pequeña tapa, y permitiendo el paso por encima del aspersor de maquinas cortacésped o de personas. Cuando este aspersor entra en funcionamiento, y por efecto de la presión del agua "emerge" del suelo y efectúa el riego. También pueden ser utilizados los aspersores de forma aérea o superficial, para riego de taludes o macizos.

1.2.1.- CLASIFICACIÓN.

AÉREO: Cuando va colocado sobre la tubería que le sirve de soporte a la altura del suelo que precise (figural.4).



Figural.4. Aspersor aéreo

EMERGENTE: Esta enterrado y se eleva cuando riega (figura I.5).



Figura I.5 Aspersor emergente

1.2.2.- OTRAS CLASIFICACIONES.

Por su presión de trabajo.

	kg/cm2	Radio medio en m.
BAJA PRESIÓN	1,5-2	10-14
MEDIA PRESIÓN	2,5-4	10-16
ALTA PRESIÓN	5-6,5	16-20
CAÑONES	7 o más	30-50

Gama residencial:

Aplicaciones: Jardines de viviendas unifamiliares, comunidades de propietarios, zonas de tamaño pequeño/mediano.

Características:

Alcance de 7 a 12 m.

Presión de trabajo entre 2,5 y 4 bares.

Caudal de 750 a 1500 l/h.

Toma de ½" o ¾"

Válvula antidrenaje incorporada.

Filtro incorporado.

Gama comercial industrial:

Aplicaciones: Comunidades de viviendas, complejos residenciales, parques públicos, complejos deportivos, fabricas, hoteles, zonas de tamaño mediano/grande.

Características:

Alcance de 12 a 18 m.

Presión de trabajo entre 3 y 5 bares.

Caudales de 1.500 a 3.500 l/h

Toma de ¾" a 1"

Válvula antidrenaje incorporada

Filtro incorporado.

Con o sin válvula incorporada.

Gama de gran alcance:

Aplicaciones: Grandes parques públicos, campos de fútbol, rugby, hipódromos, campos de golf, grandes zonas verdes.

Características:

Alcance de 18 a 30 m.

Presión de trabajo entre 4,5 y 7 bares

Caudales de 3.500 a 10.000 l/h.

Toma de 1" a 1 ½"

Con válvula automática incorporada.

1.2.3.- INFORMACIÓN PRÁCTICA DE ASPERSORES CONVENCIONALES

Aspersores	Normal		Bajo consumo
Caudal de consumo para 360°	1,4	m3/h	0,5
Presión de funcionamiento	2,5	atm	2,5
Radio de alcance	10,0	M	5-7
Separación entre aspersores	10,0	M	7
Separación entre líneas	15,0	M	10
Tiempos medios de riego	20-30	min/día	20-30

Depósito del agua: Desempeña dos funciones: la de almacenamiento del agua suficiente para uno o varios riegos y la de ser punto de enlace entre el agua sin presión y el motor de impulsión de esa agua a la presión necesaria para el riego calculado.

Los difusores de franja se utilizan para regar franjas de un metro de ancho.
(Figura I.6)

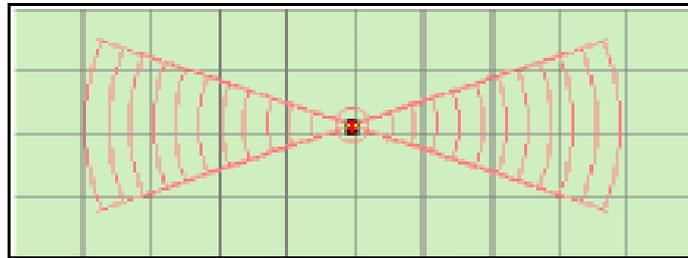


Figura I.6

Como todos los difusores y aspersores el solape de estos emisores debe ser al 100% y por tanto al final de la franja necesitaremos un difusor de final de franja.
(Figura I.7)

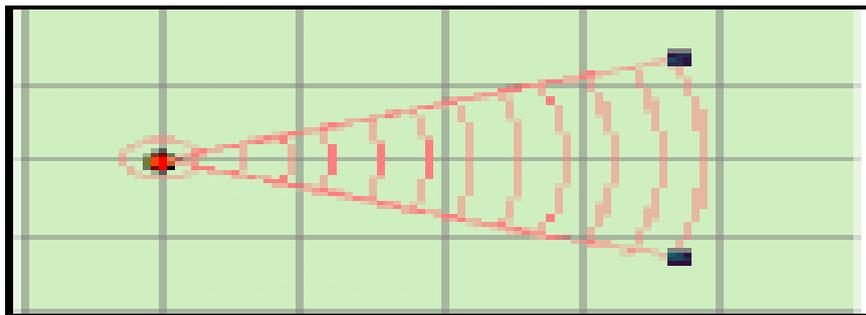


Figura I.7

El resultado final sería (figura I.8)

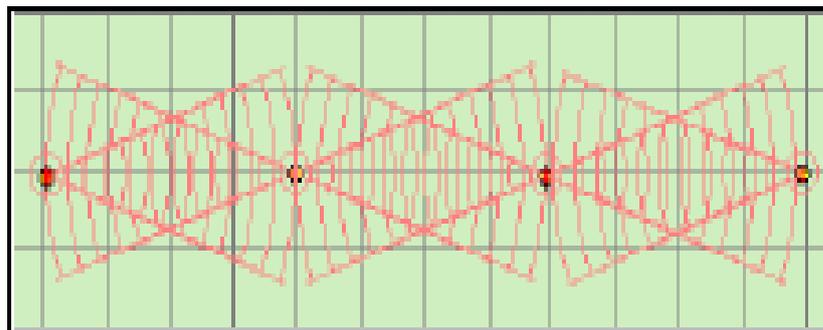


Figura I.8

1.2.4.- VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL RIEGO POR ASPERSIÓN

VENTAJAS:

Ahorro en mano de obra. Una vez puesto en marcha no necesita especial atención. Existen en el mercado eficaces Programadores activados por electroválvulas conectadas a un reloj que, por sectores y por tiempos, activará el sistema según las necesidades previamente programadas. Con lo cual la mano de obra es prácticamente inexistente.

Adaptación al terreno. Se puede aplicar tanto a terrenos lisos como a los ondulados no necesitando allanamiento ni preparación de las tierras.

La eficiencia del riego por aspersión es de un 80% frente al 50 % en los riegos por inundación tradicionales. Por consecuencia el ahorro en agua es un factor muy importante a la hora de valorar este sistema.

Especialmente útil para distintas clases de suelos ya que permite riegos frecuentes y poco abundantes en superficies poco permeables.

INCONVENIENTES:

Daños a las hojas y a las flores. Las primeras pueden dañarse por el impacto del agua sobre las mismas, si son hojas tiernas o especialmente sensibles al depósito de sales sobre las mismas. En cuanto a las flores pueden, y de hecho se dañan, por ese mismo impacto sobre las corolas.

Requiere una inversión importante. El depósito, las bombas, las tuberías, las juntas, los manguitos, las válvulas, los programadores y la intervención de técnicos hacen que en un principio el gasto sea elevado aunque la amortización a medio plazo está asegurada.

El viento puede afectar. En días de vientos acentuados el reparto del agua puede verse afectado en su uniformidad.

Aumento de enfermedades y propagación de hongos debido al mojado total de las plantas.

1.3.- PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DEL PASTO

Las condiciones de humedad del suelo durante el periodo de época lluviosa, fueron favorables para el desarrollo y producción del pasto, produciendo una mayor respuesta de las aplicaciones de fertilizantes especialmente nitrogenados. Lo contrario se observó en época seca, disminuyendo apreciablemente su rendimiento.

La producción del pasto varía a lo largo del año con un máximo en primavera, que supone el 70% de la producción, y otro máximo en otoño (con el 20%). La digestibilidad de la materia orgánica (DMO) es alta al comienzo de la primavera para luego decrecer cuando la formación de tallos aumenta.

Mientras la proteína bruta disminuye de forma uniforme, la digestibilidad lo hace lentamente hasta unos 10 días antes de la emergencia de las espigas (mediados de mayo). Luego puede ser de 0,3-0,6 puntos por día. En el rebrote, ésta es algo menor y el contenido en proteína es más estable, aunque con niveles más bajos.

La digestibilidad de los rebrotes en el pastoreo se mantiene bastante constante, aunque al final disminuye, dependiendo del manejo. Con terneros en pastoreo rotacional, de marzo a julio, se pudo mantener la DMO del pasto durante los primeros 80 días, en un 67%, para bajar al 61,5% en los 20 últimos días y al 60% en los 10 últimos días.

Las leguminosas, cuyo valor nutritivo disminuye con la madurez como en las gramíneas, se ingieren en mayor cantidad y contienen más proteína, ácidos

orgánicos y minerales, y menos carbohidratos, solubles o estructurales, siendo el valor alimenticio superior al de las gramíneas. El aumento de trébol blanco en praderas pastadas por vacas de carne condujo a mejoras en las ganancias de peso de los terneros (890 vs 853 g/día). Del mismo modo, la inclusión de ensilado de trébol violeta en raciones a base de ensilado de raigrás inglés produjo mejoras en las ganancias de peso y en la ingestión

La relación entre digestibilidad e ingestión es lineal hasta que D alcanza el 80%, siendo esta relación más acusada en animales jóvenes. Con vacas de leche, cuando el valor D supera el 70%, la relación ingestión/digestibilidad puede no ser tan estrecha. Para digestibilidades de la materia seca (DMS) inferiores al 70% existe una correlación elevada (0,81) entre la ingestión de materia seca (IMS) y su digestibilidad:

$IMS \text{ (g/kg pv0,73)} = - 5,81 + 1,22 \text{ DMS (\%)}$ pero cuando la digestibilidad es superior al 70% la materia seca ingerida se correlaciona mejor con la materia seca del pasto.

Además de la digestibilidad, la disponibilidad de pasto, el pastoreo selectivo, la facilidad de recolección o la aceptabilidad (sabor, olor y estímulos táctiles) afectan a la ingestión. A medida que la disponibilidad de pasto decrece, disminuye la ingestión por bocado y aunque el animal aumenta el número de bocados y el tiempo dedicado a pastar, hay un límite llegado al cual la ingestión disminuye. Un animal cuando pasta tiende a comer material hojoso y joven y, en caso de praderas mixtas, la ingestión de trébol es mayor que la que le corresponde por la cantidad en que está presente. La calidad de la dieta en pastoreo es por ello mejor que la de la pradera en su conjunto, ya que los animales tienden a consumir el material más digestible.

En un pasto bien estructurado la ingestión máxima se produce cuando la altura es de 15 cm. Cuando la materia seca por hectárea de un prado pasa de 3.000 a 500 kg la ingestión se reduce hasta cuatro veces. Los animales más pequeños son

más sensibles a la cantidad de pasto. Con terneros de 90 kg se obtuvieron reducciones de 240 g/d en las ganancias de peso al pasar el pasto en oferta de 2,09 a 1,92 t de materia orgánica/ha.

Las ganancias de peso vivo pueden estar más relacionadas con la cantidad de pasto rechazado que con el ofertado. La hierba sobrante no deberá bajar de los 2.000 kg de materia seca por hectárea, y la altura del rechazo post-pastoreo no debe ser menor de 8 cm, si no se quieren ver restringidas la ingestión y las ganancias de peso.

1.3.1.- APLICACIÓN EN JARDINERÍA DEL RIEGO POR ASPERSIÓN:

El riego por aspersión es muy utilizado en jardinería por todas las ventajas mencionadas pero especialmente porque existen sistemas apoyados en la teoría de la aspersión que son remedio de riego en jardines de pequeña superficie.

En las aplicaciones a los céspedes hoy resulta imprescindible la instalación de aspersores y por consiguiente la inversión en depósito, bombas impulsoras, tuberías, programadores con reloj etc.

Para los árboles puede resultar insuficiente el tiempo de riego dedicado al césped y para los arbustos el daño a hojas delicadas y a las flores el daño supera a las ventajas ¿Qué hacer? Lo más aconsejable es un riego localizado, del que hablaremos más adelante, combinado con una aspersión en espacios abiertos de césped.

Para superficies pequeñas es aconsejable utilizar, si no se quiere andar con instalaciones de tuberías fijas subterráneas, la manguera con un aspersor adecuado en el extremo. En este caso hay que tener en cuenta : que el agua de la red tenga suficiente presión, que los sitios donde se pone manguera-aspersor no dañen a las flores, que el tiempo de riego sea el adecuado y por tanto no poner en marcha el aspersor y olvidarnos de él. En cuanto a los árboles deben regarse con manguera y llenando bien los alcorques que deben cubrir la zona de goteo

del árbol donde se encuentran las raíces más importantes del mismo. Mojar no es regar.

1.4.- TIPOS DE SUELO

Gracias a la erosión de la tierra y a la actividad de los seres vivos la corteza exterior de la tierra se ha convertido en lo que conocemos como suelo, que constituye la base fundamental para el crecimiento de las plantas. El tipo de sustrato, la estructura y el abono juegan un papel esencial en el desarrollo de las especies que poblarán el jardín. De hecho, dependiendo del suelo, así elegiremos unas variedades u otras. En realidad, la mayoría de plantas pueden crecer en cualquier parte, sólo que algunas están más a gusto en unos terrenos que en otros

El suelo constituye la base principal sobre la que se asienta una planta y si un ejemplar no está en su sitio adecuado nos lo hará saber en un futuro no muy lejano. Normalmente, esa planta crece y florece peor que otra de la misma variedad que sí se encuentra en el lugar apropiado. No obstante, cuando compramos una planta que no resulta muy acertada para el tipo de suelo del jardín, siempre es posible adaptar la tierra a las necesidades de la nueva adquisición. Por ello, todo jardinero deberá conocer el tipo de terreno antes de llevar a cabo el cultivo.

Tenemos los siguientes tipos de suelos:

- Suelo Arcilloso
- Suelo Arenoso
- Suelo turbera

1.4.1.- TIERRA ARCILLOSA

La tierra arcillosa consta de partículas muy pequeñas que están muy cerca una de otra. Por eso, se considera un suelo pesado con una estructura fija. La arcilla nunca está completamente pura en el sustrato, sino que se encuentra íntimamente ligada con la materia orgánica. Cada otoño, es conveniente remover la tierra arcillosa y proveerla de material orgánico como, por ejemplo, compost casero. En verano es aconsejable mantener suelta la tierra superficial, escardándola con regularidad. De este modo, se garantiza que las raíces obtengan suficiente oxígeno.

Como la tierra arcillosa retiene muy bien el agua, casi no hace falta regar. Por otra parte, en períodos lluviosos, el agua se quedará en la superficie. Si se riega en exceso o llueve demasiado puede encharcarse y tener un mal drenaje. En esos casos, no se debe pisar el suelo y hay que dejar que el agua baje por sí sola. Pero no todos los suelos tienen un mal drenaje. A pesar de ello, los terrenos arcillosos tienen mayor fertilidad potencial que otros tipos de tierra, pues pueden proporcionarle a las plantas mayor cantidad de nutrientes.

1.4.2.- TIERRA ARENOSA

La tierra arenosa consta de partículas grandes, que están sueltas y apiladas, unas encima de otras. Las plantas en un suelo de estas características casi nunca sufren falta de oxígeno, pero la sequía sí que puede dar problemas. Por eso, antes de la plantación, se aconseja mezclar la tierra con abundante material orgánico y regar periódicamente cuando no llueva. Hay que suministrarle agua con mucha frecuencia, pues este tipo de suelo se caracteriza por su incapacidad para mantener líquido. No obstante, las dosis deben ser reducidas para evitar el encharcamiento.

Para un buen crecimiento de las especies del jardín es, por tanto, deseable abonar por lo menos cada primavera para subsanar las pérdidas de nutrientes

que se producen en las raíces por el arrastre de minerales que lleva consigo el riego abundante. En caso de cultivos de crecimiento vigoroso, se vuelve a echar un poco de abono en mayo y junio. Lo ideal es enriquecer el sustrato con fertilizantes que demoren su disolución y permitan que la raíz los absorba poco a poco. De este modo, la pérdida en cada riego será mínima.

1.4.3.- TURBERA

La turbera es una mezcla de tierra con restos de plantas podridas y semipodridas, así que es, por naturaleza, un tipo de suelo rico en material orgánico. Un posible problema es que el terreno esté demasiado húmedo, o que el nivel de la capa freática sea muy alto. Este inconveniente se puede remediar plantando los árboles, arbustos y plantas vivaces en un pequeño levantamiento. De este modo, las raíces penetrarán más profundo en la tierra y tendrán una vida más larga.

Por otra parte, debemos recordar que un suelo sano es un suelo vivo y activo. Es decir, un suelo donde hay lugar para diferentes bacterias, mohos, insectos, gusanos, pero también para algún ratón o topo, por ejemplo. Esta vida subterránea es necesaria para conseguir y mantener un suelo suelto, fértil y sano. La enorme variedad de seres vivos que habitan en el subsuelo, donde convergen una serie de minúsculos y desconocidos seres vivos, es vital para el futuro ecológico del planeta.

1.4.4.- RICOS Y POBRES EN CAL

Los tipos de terreno se pueden diferenciar uno de otro de varias maneras. Así, por ejemplo, existen tierras arcillosas y arenosas, pero también suelos pobres y ricos en humus, que no es otra cosa que la materia orgánica del terreno. Asimismo, la cal del sustrato es otro determinante para conocer cuáles son las variedades de plantas que podemos cultivar.

¿Hay mucha cal en el suelo? Entonces el pH es superior a 7. A un suelo con poca cal se le llama suelo ácido: el valor del pH es inferior a 7. En un suelo neutro el pH es aproximadamente 7. La mayoría de las plantas prefiere crecer en un suelo neutro o algo ácido. Algunas plantas, como por ejemplo el brezo, el rododendro y la azalea, prefieren que sea muy ácido. Con una pequeña prueba, podemos determinar fácilmente el grado de acidez de su suelo.

Un terreno demasiado ácido se abona en otoño con cal. Ésta ayuda a mantener una buena estructura y una vida sana del suelo. Además, este elemento hace que se libere nutrición para la planta. Por otra parte, para la mayoría de las plantas no es bueno un exceso de cal; usaremos en estos casos fertilizantes ácidos y turba para corregirlo.

1.5.- SISTEMAS DE REGADÍO

Los cuatro métodos principales usados actualmente para el riego de los campos de cultivo son:

- Por inundación
- Por surcos
- Por aspersión
- Por goteo

1.5.1.- POR INUNDACIÓN

Se emplea en cultivos como: arroz, pastos, huertos frutales, plantaciones forestales en los que el terreno es llano; permitiendo la entrada de una lámina de agua en el campo durante un período determinado, que dependerá del cultivo, la porosidad del suelo y su drenaje (desagüe).

1.5.2.- POR SURCOS

Se emplea en cultivos plantados en líneas, como el algodón y las verduras. Los surcos paralelos o acanaladuras, se usan para distribuir el agua en aquellos campos que son demasiado irregulares para inundarlos.

1.5.3.- POR ASPERSIÓN

Requiere menos agua y permite un mejor control. Cada aspersor, situado a lo largo de una tubería, esparce agua pulverizada en un círculo continuo hasta que la humedad llega al nivel de las raíces del cultivo. El riego de eje central emplea largas hileras de aspersores que giran en torno a un campo circular. Este método se emplea sobre todo en cultivos como la alfalfa, hortalizas, granos, legumbres, etc., que por medio del riego, permite varias recogidas anuales.

Hay aspersores de distintas marcas y modelos. El fabricante proporciona tablas con alcances según la presión del agua; a más presión, más alcance. Con las boquillas también se regula la distancia de dispersión.

“Para el alcance de los aspersores se dibuja círculos, semicírculos o sectores de círculo y que representan el radio a una escala dependiendo del área a regarse, respetando las distancias recomendadas, para que no aparezcan zonas insuficientemente regadas y secas con solución complicada, recomendando un solape entre un 20 - 40% más de su radio.”²

Tomando esas distancias el solape será suficiente. Pero en lugares muy ventosos, que perjudica la uniformidad (en unos sitios cae más agua que en otros) se deben disponer los aspersores en triángulo en lugar de en cuadrado o rectángulo y regar por la noche que la incidencia del viento es menor.

Sectores de riego.- Una vez marcados en el plano dónde irá cada aspersor, hay que hacer grupos de aspersores para formar los sectores de riego. Un aspersor

² www.infojardin.com/articulos/sistemas_riego_jardin.htm

lanza una cierta cantidad de agua por minuto, lo más seguro es que el caudal de que se disponga no dé para que funcionen a la vez todos los aspersores, de la instalación y por tanto, hay que dividir en grupos haciendo lo que se llama sectores de riego. El conocer el caudal servirá para saber cuántos instalar por sector.

1.5.4.- POR GOTEO

Suministra a intervalos frecuentes pequeñas cantidades de humedad a la raíz de cada planta por medio de delgados tubos de plástico. Este método, utilizado con gran éxito en muchas zonas, garantiza una mínima pérdida de agua por evaporación o filtración.

II.- RIEGO POR ASPERSION

2.1.- UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La ubicación de la hacienda de la Brigada de Fuerzas Especiales se debe al concepto estratégico de su posición geográfica en el centro del país, a su aeropuerto anexo, y a su gran superficie para fines específicos que dan la posibilidad de dar el servicio a miles de comunidades indígenas que se asientan en la provincia del Cotopaxi, a donde llegan los soldados paracaidistas con servicios de salud, educación, seguridad y bienestar. Solo cuando fue comandada por mayordomos de haciendas la entregaron al servicio de poderosos terratenientes.

Teniendo en cuenta la extensión que ocupa para las actividades inmersas podemos deducir que son específicas y adecuadas orientadas de esta manera a la productividad y una mayor utilidad, ya que va acorde al número de animales que la misma posee, es precisamente por esta situación y para mejorar su producción es lo que nos permite exponer el presente tema para aprovechar en una mayor proporción sus recursos productivos.

Para precisar la ubicación de nuestra área de estudio podemos mencionar que esta abraza un espacio de 10 hectáreas, y es conocida como La Esperanza 2, la misma que va a ser objeto del estudio dando de esta manera la posibilidad de ponerlo en producción toda el área antes mencionada.

2.2.- ASPECTOS NATURALES

Tomemos en consideración su ubicación, pues a ello tenemos presente por estar en la región sierra, su clima es templado propia para producir productos de este tipo de clima, así podemos ver que tiene sus estaciones invierno y verano, cada una con sus respectivas características.

Así en el verano, ésta la temperatura aumenta notablemente ante ello al disponer del riego por aspersión podemos hacer frente a éste fenómeno climático.

Mientras que en la temporada de invierno en cambio se debe aplicar alternativas de controlar el riego para no afectar al porcentaje adecuado de empleabilidad del agua.

Tomando en consideración los aspectos antes mencionados podemos sintetizar que al aplicar la tecnología del riego por aspersión nos dará una mayor posibilidad de que tenga la verdadera aplicabilidad en nuestro medio haciendo frente de esta manera a los fenómenos climatológicos y naturales que nos ofrece esta zona y en especial la Hacienda de la Brigada de Fuerzas Especiales N° 9 Patria y por ende nuestra zona asignada para ello denominada La Esperanza.

2.3.- ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

Es importante tener en consideración este aspecto, ya que basada a su principio que es la ciencia que tiene como objetivo el estudio de las poblaciones humanas y que trata de su dimensión, estructura, evolución y características generales, considerados desde un punto de vista cuantitativo. Es por ello que de acuerdo a la estadística, la estructura y la dinámica de las poblaciones humanas y las leyes que rigen estos fenómenos en la unidad de superficie.

Teniendo en consideración ello se puede decir que en el sector de la hacienda de la Brigada de Fuerzas Especiales brinda las mayores facilidades ya que por tratarse de una zona con poca población, el porcentaje de su densidad es muy baja, da la mayor posibilidad de ejecutar los trabajos inmersos a la producción y explotación de sus terrenos, para la realización de sus actividades y la empleabilidad de la mano de obra, debemos tomar en cuenta que cuenta con el número de personal suficiente para la realización de las actividades y trabajo teniendo en consideración que por tener bajo su mando la disponibilidad de un gran número de mano de obra que puede emplearse, dando de esta manera una mejor alternativa

Para su validación se puede decir que su expresión demográfica que son los datos estadísticos numéricos y gráficos están diseñados de forma que no sólo se puedan establecer estadísticas descriptivas, sino que también puedan realizarse análisis demográficos cruzados, así las edades o la distribución por niveles jerárquicos de grados

Desde hace unos años atrás se descubrió que la gráfica del crecimiento de las poblaciones sigue la forma de una S alargada, de crecimiento rápido o modelo exponencial, llega a un punto de inflexión y continúa con un crecimiento suave, y es un reflejo del paso de una sociedad agrícola a una sociedad industrial: la reducción en el número de nacimientos y el aumento en la población que se halla en la tercera edad.

2.4.- ASPECTOS HIDROGRÁFICOS

En el estudio de las aguas las características hidrográficas más importantes son de los ríos, como el caudal, cuenca, vertiente hidrográfica, cauce o lecho, régimen fluvial, régimen y dinámica fluvial, erosión, sedimentación fluvial, pendientes y forma de los cauces.

El estudio de la presencia de un río comienza por el análisis completo y detallado de su cuenca y sus características. Considerar una cuenca hidrográfica como una región natural y estudiarla de la forma más completa posible es el paso previo para formular este proyecto de desarrollo socioeconómico para dicha hacienda. Teniendo en consideración el clima de la cuenca y diferencias espaciales del clima en la propia cuenca fluvial, relieve, suelos, afluentes, caudal y régimen de los ríos, pendientes, cauces, etc.

Las consideraciones Hidrográficas, son autónomos con personalidad jurídica propia y distinta de la del Estado, escritas a efectos administrativos en su origen al Ministerio de Obras Públicas y posteriormente al de Medio Ambiente y con plena autonomía funcional, de acuerdo con lo que se dispone en la Ley de Aguas y que

están encargados del estudio, uso, mantenimiento, etc., de la hacienda de la Brigada de Fuerzas Especiales Patria y que puede estar determinada a una cuenca en especial que atraviesa la zona por una acequia que nace del río Cutuchi.

2.5.- PARTES DE UN SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION



Figura II.1 Aspersion en operación

- Captación del agua:
 - Pozo;
 - Toma desde un río, lago o embalse;

- Estructura para el almacenamiento del agua:
 - Almacenamiento subterráneo;
 - Un lago natural o artificial (embalse);
 - Depósito construido expresamente para tal fin;

- Instalación para puesta en presión del sistema:

- Por gravedad, si los campos regados están en una cota inferior a la captación, por ejemplo para el riego de campos situados aguas abajo de una presa;
- Por bombeo, cuando se trata de utilizar agua de pozo o de reservorio, para regar terrenos que se encuentran a una cota superior a la del embalse de regulación;
- Tuberías principales y secundarias fijas;
- Dispositivos móviles;
- Aspersores.

2.5.1.- VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL RIEGO POR ASPERSIÓN

2.5.1.1.- Ventajas

- El consumo de agua es menor que el requerido para el riego por surcos o por inundación;
- Puede ser utilizado con facilidad en terrenos colinares
- Se puede dosificar el agua con una buena precisión
- No afecta el material vegetal sometido a riego, ya que se elimina la presión que el agua puede ofrecer a las plantas; y como es homogénea su distribución sobre el material vegetal, el riego de la vegetación por aspersión es total y se distribuye suavemente el agua sobre toda el área deseada.

2.5.1.2.- Inconvenientes

- El consumo de agua es mayor que el requerido por el riego por goteo; siendo este muy importante en cada caso de riego
- Se necesita determinar bien la distancia entre aspersores, para tener un coeficiente de uniformidad superior al 80%.

Sistemas de riego por aspersión con fines específicos

- Riego por aspersión para "colorear fruta"
- Riego por aspersión para limitar los daños de las heladas.

III.- DESARROLLO DE LA INVESTIGACION

3.1.- DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO

Se ha seleccionado el sistema de riego por aspersión, en razón de sus ventajas sobre los otros sistemas de riego, fácil operación, adaptación a las características del terreno, alta eficiencia, economía del agua y posibilidad de regular la intensidad de la precipitación al tipo de suelo.

Por esa razón es importante controlar la presión para asegurar una buena distribución del agua. Es conveniente regar, por la noche, o en horas sin viento pero si esto no es posible, se puede disminuir el espaciamiento entre aspersores y agrandar el diámetro de las boquillas de acuerdo a la capacidad de infiltración del suelo.

3.1.1.- DIMENSIONAMIENTO DEL DEPÓSITO

El diseño del depósito de agua consta en el Plano 2

3.1.2.- SELECCIÓN DE LA TUBERÍA

Se debe seleccionar una tubería con el diámetro adecuado de las tuberías que posibilite las condiciones de trabajo más aceptables en lo que tiene que ver con que la velocidad del fluido mantenga las condiciones aceptables y que igualmente las pérdidas de presión se mantengan en niveles admisibles.

Mientras mayor sea el diámetro de la tubería, se mejorará logarítmicamente las condiciones de trabajo del fluido, pero el costo y el peso de las tuberías igualmente aumentan significativamente.

3.1.2.1.- Tubería de la red Principal

Para su diseño se debe establecer lo siguiente:

- Establecer el diámetro de la tubería.
- Calcular las pérdidas por fricción.
- Calcular la Cabeza Dinámica Total (ADT)

3.1.2.2.- Tubería de las Redes Secundarias

Se establecen las siguientes condiciones para el diseño:

- La diferencia de presión entre el primer y el último aspersor en la red secundaria, no debe ser mayor del 20 %, lo normal es el 10 %.
- Se establecen las pérdidas por fricción a lo largo de la red, de acuerdo con el diámetro más económico de tubería.
- Establecidas las pérdidas de carga (hf), se procede a determinar la presión de ingreso (Pi) en la red secundaria.

3.1.2.3.- Redes principales y secundarias

- La red principal y las redes secundarias deben instalarse en sentido normal la máxima pendiente para que adopten una posición próxima a la horizontal.
- El número de aspersores se distribuirá de manera que en el área total del terreno se pueda regar toda el área.
- Cuando el sistema conste de más de dos redes secundarias, el diámetro de la tubería debe ser uniforme.

3.1.2.4.- Fórmulas empleadas en el del sistema de riego por aspersión

Son las siguientes fórmulas se emplean frecuentemente en los cálculos y en el diseño de sistemas de riego por aspersión.

3.1.2.5.- Caudal que se requiere

Caudal total que debe impulsar la bomba.

$$Q_t = Q_{asp} * N_{asp}$$

Ec.III.1 (Anexo C)³

De donde:

Q_t = Caudal total requerido en m³/h.

Q_{asp} = Caudal por aspersor en m³/h

N_{asp} = Número de aspersores.

3.1.2.6.- Presión de entrada en la red secundaria

$$P_i = P_{asp} + H_e + \frac{1}{2}hf + \Delta EI$$

Ec. III.2⁴

Donde:

P_i = Presión de entrada en la red secundaria en m.

P_{asp} = Presión requerida en el aspersor.

hf = Pérdidas de carga en m.

ΔEI = Diferencia topográfica

H_e = Altura del elevador en m.

3.1.2.7.- Factor de Fricción Hazen-Williams, C

En la siguiente tabla se muestran los valores del coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams para diferentes materiales:

COEFICIENTE DE HAZEN-WILLIAMS PARA ALGUNOS MATERIALES				
Material	C		Material	C
Asbesto cemento	140		Hierro galvanizado	120
Latón	130-140		Vidrio	140

³ Aspersores agrícolas pág. 254

⁴ Diseño y construcción de un sistema de control y supervisión para regadío extrayendo agua del subsuelo.
Autor: Misael Pazmiño J.

Ladrillo de saneamiento	100		Plomo	130-140
Hierro fundido, nuevo	130		Plástico (PE, PVC)	140-150

TABLA III.1⁵ Coeficiente de rugosidad C

3.1.2.8.- Carga dinámica total

Es la suma de todas las pérdidas ocurridas por conducción a lo largo de las redes principal y secundaria, expresada en metros.

$$H_T = H_S + H_L + H_1 + H_e + H_a + P_a$$

Ec. III.3⁶

De donde:

H_T = Carga dinámica total en m.

H_L = Pérdidas de carga por fricción en la tubería principal

H_1 = Perdida de carga por fricción en los laterales

H_e = diferencia de elevación entre la bomba y el sitio de descarga mas elevado

H_a = altura de los aspersores sobre el nivel del suelo

P_a = Presión de trabajo requerida por los aspersores

3.1.2.9.- Dimensionamiento de la bomba

La elección de la bomba se debe hacer conociendo el gasto de agua necesario y la carga dinámica total.

$$P = \frac{Q(lps) * H(enm)}{76 * Ef}$$

Ec. III.4⁷

En donde:

P= Potencia de la bomba

⁵ [www.miliarium.com/prontuario/MedioAmbiente/Aguas/PerdidaCarga.htm#Hazen-Williams_\(1905\)](http://www.miliarium.com/prontuario/MedioAmbiente/Aguas/PerdidaCarga.htm#Hazen-Williams_(1905))

⁶ Fundamentos y diseño de sistemas de riego. Autor: Luis Alberto Gurovich, Pag.391.

⁷ Fundamentos y diseño de sistemas de riego. Autor: Luis Alberto Gurovich, Pag.391.

Q = Caudal

H= carga total de la bomba

3.1.2.10.- Fórmula de Hazen – Williams

El método de Hazen-Williams es válido solamente para el agua que fluye en las temperaturas ordinarias (5 °C - 25 °C). La fórmula es sencilla y su cálculo es simple debido a que el coeficiente de rugosidad "C" no es función de la velocidad ni del diámetro de la tubería. Es útil en el cálculo de pérdidas de carga en tuberías para redes de distribución de diversos materiales, especialmente de fundición y acero:

$$h = 10,674 \cdot [Q^{1,852} / (C^{1,852} \cdot D^{4,871})] \cdot L$$

Ec.III.5⁸

En donde:

- H= pérdida de carga o de energía (m)
- Q= caudal (m³/s)
- C= coeficiente de rugosidad (a dimensional)
- D= diámetro interno de la tubería (m)
- L= longitud de la tubería (m)

3.2.1.- CALCULO DEL TIPO DE BOMBA

Se debe seleccionarse de manera que descargue el gasto necesario de acuerdo con el diseño de la superficie del campo; por lo que se debe considerar:

- Los requerimientos de potencia.
- Realizar los cálculos de potencia para la bomba.

⁸ [www.miliarium.com/prontuario/MedioAmbiente/Aguas/PerdidaCarga.htm#Hazen-Williams_\(1905\)](http://www.miliarium.com/prontuario/MedioAmbiente/Aguas/PerdidaCarga.htm#Hazen-Williams_(1905))

El (Anexo A) muestra un método para seleccionar qué tipo de bomba es apropiada para el sistema de riego por aspersión. En particular para que una bomba pueda proporcionar un servicio satisfactorio se deben considerar factores como: costo, tamaño, condiciones de succión y el tipo de fluido.

- Para seleccionar se debe conocer el caudal máximo que debe impulsar la bomba y la carga dinámica total; en este caso el caudal es de 78 m³/h y la carga dinámica total de 70.5 m y 3500 rpm las bombas BERKELEY PUMPS se identifica una bomba de más de 25 HP, con una eficiencia del 78 % y una carga neta de succión positiva NPSH de 12 pulgadas.
- Con estos parámetros es necesario utilizar la bomba, cuyo catálogo consta en el (Anexo B), con la siguiente consideración un caudal de 78 m³/h que equivale a 21.6 l/s que aplicando la curva de rendimiento genera 70m. de presión (mca).

3.2.2.- SELECCIÓN DEL ASPERSOR

- Por la geometría del terreno y el radio de dispersión del agua, un aspersor de 1" es el más adecuado por la dimensión del terreno; (Plano 1).
- El aspersor metálico a Impacto-1", con boquillas de 6.3 x3.2 da un caudal de 7,8m³ /h, con una presión de 60 metros de columna de agua (mca), (Anexo B).
- El diámetro de cobertura es de 47m.
- Para posibilitar la automatización se debe realizar un sistema fijo.
- Por la longitud del terreno (300 m) se instalaron 10 aspersores por ramal lateral a una distancia de 38.75 m.
- A lo ancho del terreno (200 m), van 8 laterales con 5 aspersores cada uno debido a que el traslape es adecuado.

3.2.3.- DIMENSIONES DE LAS ELECTROVALVULAS

3.2.3.1.- Electroválvula

Una electroválvula es un dispositivo diseñado para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería, por medio de un circuito de control que al recibir las señales enviadas por el sensor de humedad harán que estas se activen, para lo cual se selecciono la electroválvula cuyas características constan en el **Anexo D**.

3.2.4.- DISEÑO DEL LOS SISTEMAS DE FUERZA CONTROL Y MANDO

3.2.4.1.- Sensor de humedad

Creamos un oscilador con el LM555. Entre la línea que conduce entre el pin 7 y 6 que está conectada al pin de disparo conectamos un potenciómetro que simula al sensor de humedad generando una frecuencia de trabajo comprendida entre 1k a 100k, que nos indica que cuando esta a 1K el suelo esta seco y a 100k el suelo se encuentra al 100% húmedo.

En la etapa del sensor (Anexo E) se visualiza mediante pulsos o intermitencias de leds donde la intermitencia mas baja es la mínima humedad (%RH=0), y la intermitencia mas alta es la máxima humedad (%RH=100). De acuerdo a la variación de resistencia habrá una variación proporcional a la humedad.

Los pulsos que genera el sensor se los introduce al microcontrolador para tener un tratamiento de los valores del sensor, mediante un LCD visualizamos el valor del sensor en RH.

Para realizar la comunicación se utilizo la interfaz RS485, debido a que los sensores se encuentran a unas distancias mayores a 100 mts. Estos datos son movidos a un PIC maestro que es el que adquiere la señal del sensor y lo visualiza en un LCD de mayor tamaño.

Los integrados que se utilizan para la comunicación RS485 son SN75176; en Proteus es el equivalente MAX487.

Al realizar una comunicación RS485 es posible implementarse una red de microcontroladores debido a que estos integrados forman un bus de transmisión. Al cual se pueden incrementar el número de microcontroladores esclavos.

Para realizar la comunicación se habilito la señal de control del drivers de comunicación (el Max 487), cuando se encuentra en (1L) transmite los datos del primer sensor y cuando se encuentra en (0L) esta en modo esta esperando a recibir los datos del otro sensor.

En el microcontrolador maestro se encuentra un driver de comunicación (max487) En el mismo la señal de control se encuentra conectada a tierra para que el dispositivo se convierta en un receptor constante. El microcontrolador maestro ejecuta 4 acciones la primera es recibir la señal del esclavo 1, espera un tiempo moderado, la segunda es recibir la señal del esclavo 2, la 3 es visualizar los datos en un LCD y la 4 enviar los datos de los dos microcontroladores a una PC (Anexo E). Para el envío de estos datos entre el microcontrolador maestro y la PC existe un driver de comunicación a nivel de RS232, para una adquisición correcta de los mismos.

Para la adquisición de datos se utilizo el software Labview (Anexo G) para lo se incorporaron los iconos de comunicación serial. Los mismos que permiten configurar la comunicación, realizar la adquisición de datos, enviar el control de datos hacia el microcontrolador, y para finalizar la transmisión se utiliza el icono de cerrar el puerto.

En la etapa de recepción los datos que adquiere LabView son datos String Para la adquisición de datos en Labview se incorporaron los iconos de comunicación serial. Los mismos que permiten configurar la comunicación, realizar la

adquisición de datos, enviar el control de datos hacia el microcontrolador, y para finalizar la transmisión se utiliza el icono de cerrar el puerto.

En la etapa de recepción los datos que adquiere LabView son datos String, la programación en el microcontrolador esta realizada para el envío de datos de los dos sensores. En la programación de LabView se corta la cadena de caracteres, para obtener de manera individual el dato de cada sensor, y darle el tratamiento respectivo.

Como hasta ahora los datos son String se los convierte a datos numéricos directamente mediante un icono específico que se encuentra en LabView.

Estos datos numéricos se los visualiza en LabView para obtener el valor de cada sensor. Esto en cuanto a la adquisición de datos.

Para el control de las electroválvulas y el motor, se realiza una comparación entre el dato adquirido y un valor predefinido de humedad (valor puesto por el usuario) (Anexo H).

Mediante esta comparación se va a enviar datos que activen o desactiven los relés dependiendo del valor de la humedad. Estos datos son enviados al microcontrolador que es el encargado de activar o desactivar los relés de acuerdo a los datos recibidos.

La programación en el microcontrolador esta realizada para el envío de datos de los dos sensores. En la programación de LabView se corta la cadena de caracteres, para obtener de manera individual el dato de cada sensor, y darle el tratamiento respectivo.

Como hasta ahora los datos son String se los convierte a datos numéricos directamente mediante un icono específico que se encuentra en LabView.

Estos datos numéricos se los visualiza en LabView para obtener el valor de cada sensor. Esto en cuanto a la adquisición de datos.

Para el control de las electroválvulas y el motor, se realiza una comparación entre el dato adquirido y un valor predefinido de humedad (valor puesto por el usuario). Mediante esta comparación se va a enviar datos que activen o desactiven los relés dependiendo del valor de la humedad. Estos datos son enviados al microcontrolador que es el encargado de activar o desactivar los relés de acuerdo a los datos recibidos.

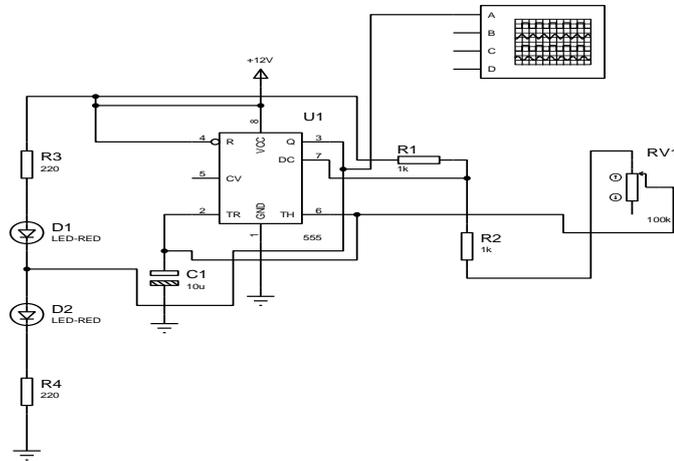


Figura III.1 Acondicionamiento del sensor de humedad

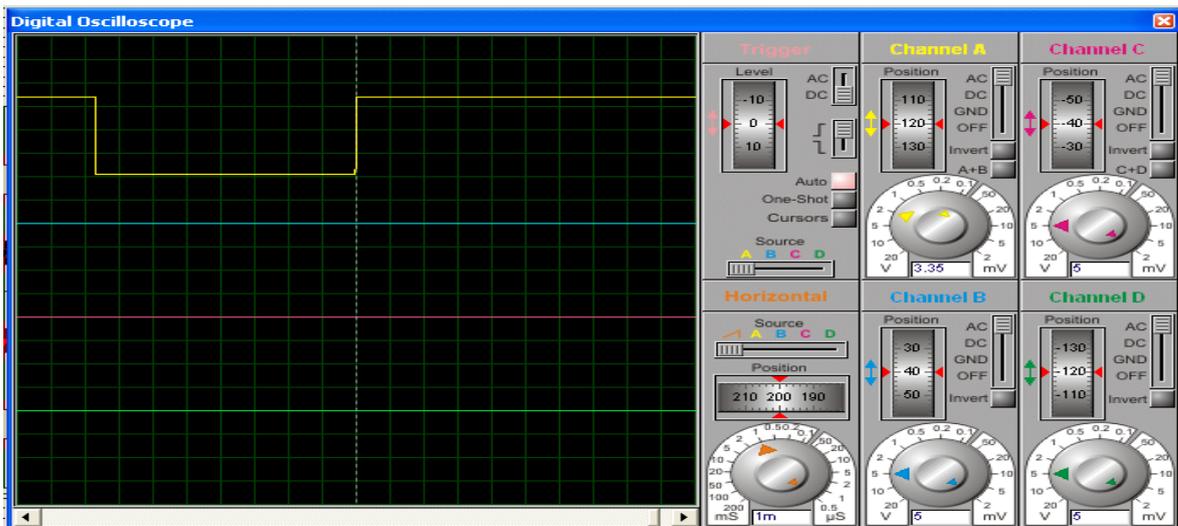


Figura III.2 Pulsos generados por la señal del sensor de humedad

3.2.4.2.- EIA-485

Está definido como un sistema en bus de transmisión multipunto diferencial, es ideal para transmitir a altas velocidades sobre largas distancias (35 Mbps hasta 10 metros y 100 Kbps en 1.200 metros) y a través de canales ruidosos, ya que reduce los ruidos que aparecen en los voltajes producidos en la línea de transmisión. El medio físico de transmisión es un par entrelazado que admite hasta 32 estaciones en 1 solo hilo, con una longitud máxima de 1.200 metros operando entre 300 y 19200 bps y la comunicación half-duplex (semiduplex). Soporta 32 transmisiones y 32 receptores. La transmisión diferencial permite múltiples drivers dando la posibilidad de una configuración multipunto. Al tratarse de un estándar bastante abierto permite muchas y muy diferentes configuraciones y utilizaciones.

Características

- Interfaz diferencial
- Conexión multipunto
- Alimentación única de +5V
- Hasta 32 estaciones (ya existen interfaces que permiten conectar 128 estaciones)
- Velocidad máxima de 10 Mbps (a 12 metros)
- Longitud máxima de alcance de 1.200 metros (a 100 Kbps)
- Rango de bus de -7V a +12V⁹

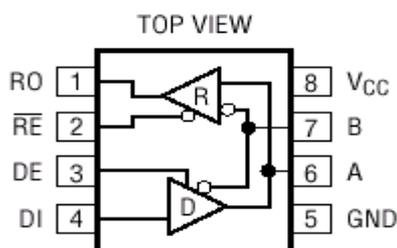


Figura III.3 SN 75176 Utilizado en la interfaz RS485

⁹ es.wikipedia.org/wiki/RS-485

3.2.4.3.- LCD (Liquid Crystal Display), pantalla de cristal liquido

Es una de las herramientas mayormente utilizadas para desplegar algún tipo de información, así tenemos por ejemplo en las cabinas telefónicas, para visualizar el costo de llamada que se esta realizando un display LCD.

En el mercado existe gran variedad de módulos LCD, los que permiten realizar gráficos, los alfanuméricos 16*2, 16*4, 8*2 con backlight, sin backlight, etc.

El backlight es el color de fondo que va a tener el LCD, entre ellos se encuentran los de color azul, amarillo, blanco, naranja, rojo.

El LCD consta de 14 pines, para realizar el manejo o el control del modulo y 2 pines adicionales para controlar el backlight que posee, en LCDs que no poseen la función de backlight o que no poseen luz de fondo solamente poseen 14 pines para utilizarlos en la parte de control.

A continuación presentamos una tabla correspondiente a las funciones que realiza cada uno de los pines del LCD y su respectivo grafico.

# PIN	Símbolo	Descripción
1	Vss	Pin donde se conecta al GND del sistema
2	Vdd	Pin donde se conecta Vdd 5V del sistema
3	Vo	Ajuste para el contraste del LCD varia de (0-5V)
4	RS	Registro de control/datos (al microcontrolador)
5	R/W	Read/write, lectura y escritura del LCD (A GND del sistema)
6	E	Enable, habilita o deshabilita el modulo LCD (al microcontrolador)
7	D0	Bit para dato menor significativo
8	D1	
9	D2	
10	D3	
11	D4	
12	D5	
13	D6	

14	D7	Bit para dato mas significativo
15	A	Ánodo del backlight, Vdd
16	K	Cátodo del backlight GND

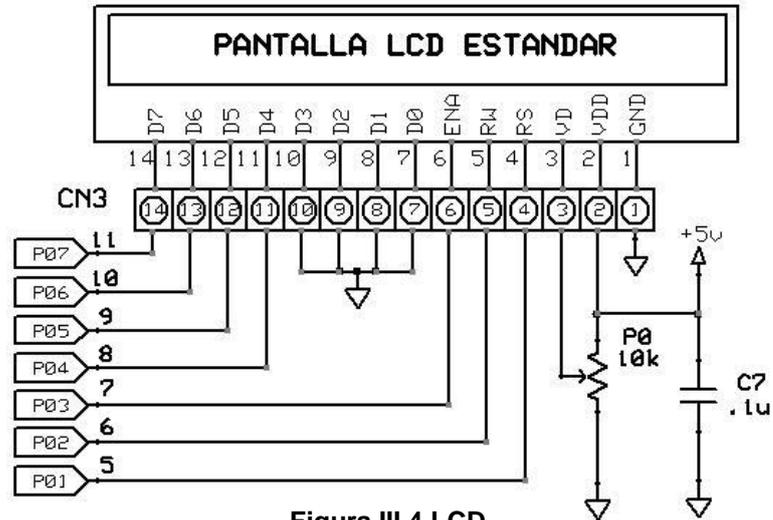


Figura III.4 LCD

3.2.4.4.- Comunicación serial RS232

Un cable de comunicación serial permite que ambos dispositivos se comuniquen



Figura III.5. Cable de comunicación serial

Este cable de comunicaciones respeta el estándar RS232.

Las 2 primeras siglas (RS) del nombre RS232, significa Recommended Standard o Estándar Recomendado. En otras palabras, no es obligatorio que se siga este estándar. En un extremo del cable de comunicaciones se encuentra un conector llamado DB9. Se llama así porque tiene la forma de una D. Y tiene el numero 9 porque tiene 9 patas.

3.2.4.5.- El puerto de comunicaciones

El puerto de comunicaciones de un PC esta formado por varias entradas/salidas. El soporte físico es un conector tipo Sub-D de 9 ò 25 contactos, macho en ambas versiones. Se necesita por tanto un cable con conector Sub-d hembra de 9 ò 25 pines para acceder a él.

3.2.4.5.1.-El conector DB9 del PC

En los PCs hay conectores DB9 machos, de 9 pines, por el que se conectan los dispositivos al puerto serie. Los conectores hembra que se enchufan tienen una colocación de pines diferente, de manera que se conectan el pin 1 del macho con el pin 1 del hembra, el pin 2 con el 2, etc.

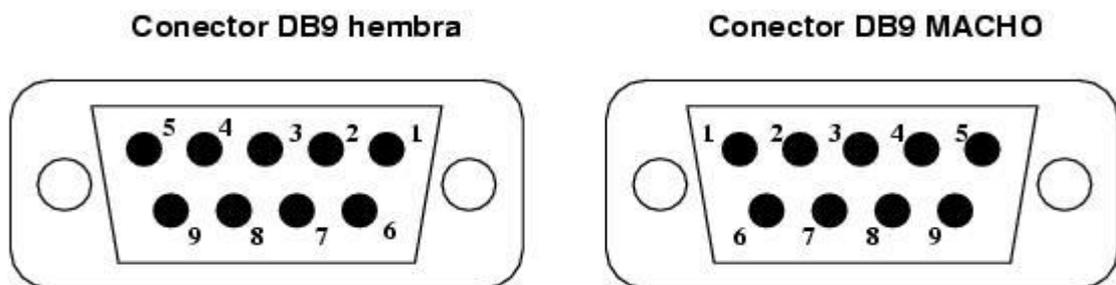


Figura III.6. Conector DB9 Hembra y DB9 Macho¹⁰

La información asociada a cada uno de los pines es la siguiente

PROPOSITO DE CADA UNO DE LOS PINES DEL CONECTOR DB9	
#	Propósito
1	Tierra de chasis
2	Recibe los datos (RD)
3	Transmite los dato (TD)
4	Terminal de datos (DTR)
5	Tierra de señal
6	Conjunto de datos es listo (DCR)
7	Solicita permiso para enviar datos (RTS)
8	Pista libre para enviar datos (CTS)
9	Timbre telefónico (RI)

Tabla III.2¹¹

¹⁰ www.learobotics.com/proyectos/cuadernos/ct1/ct1.html

3.2.4.6.- Comunicación serial PC-PIC

Para conectar el PC a un micro controlador por el puerto serie se utilizan las señales Tx, Rx y GND. El PC utiliza la norma RS-232, por lo que los niveles de tensión de los pines están comprendidos entre +15 y -15 Voltios. Los micro controladores normalmente trabajan con niveles TTL (0-5V). Es necesario intercalar un circuito que adapte los niveles.

Uno de estos circuitos que se utiliza es el Max 232

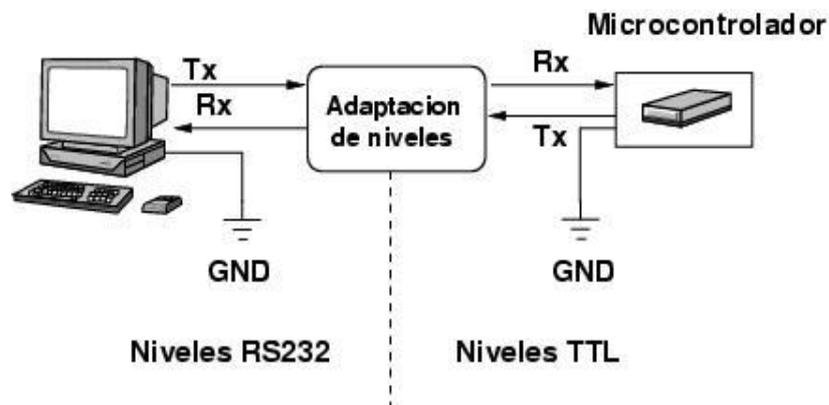


Figura III.7 Conexion de un PIC hacia un PC¹²

3.2.4.6.1.-Circuito integrado MAX-232

Este chip permite adaptar los niveles RS232 y TTL, permitiendo conectar un PC con un microcontrolador. Sólo es necesario este chip y 4 condensadores electrolíticos de 22 micro-faradios. El esquema es el siguiente:

¹¹ [andersonramirez.tripod.com/rs232.htm#COMUNICACION SERIAL RS-232](http://andersonramirez.tripod.com/rs232.htm#COMUNICACION%20SERIAL%20RS-232)

¹² www.learobotics.com/proyectos/cuadernos/ct1/ct1.html

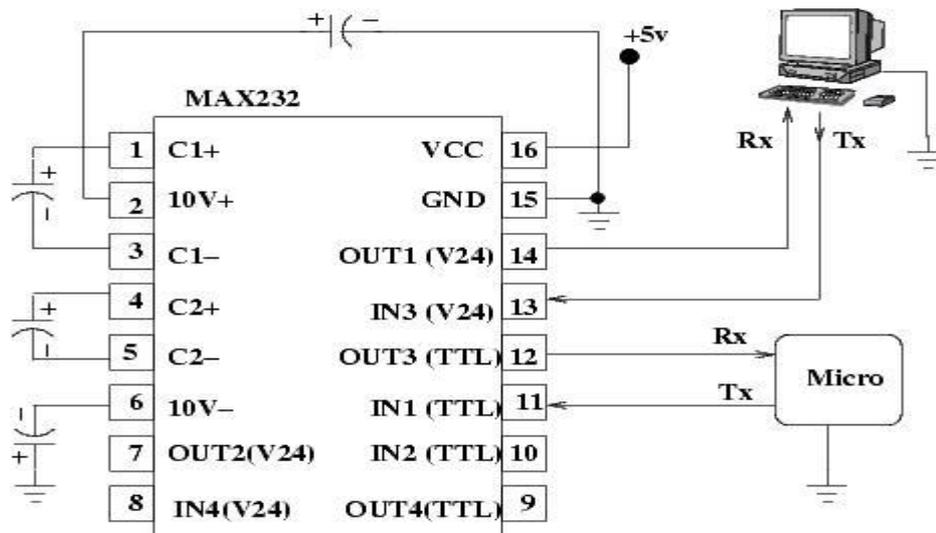


Figura III.8 Configuración del MAX232¹³

3.2.4.7.- Microcontrolador PIC 16F877A

Este tipo de microcontroladores es uno de los más utilizados para realizar proyectos que requieren mayor capacidad para guardar datos, mayor número de puertos para trabajar como entradas o salidas, permite realizar la conversión A/D, etc.

Resumen de las características del PIC16F877A

- Tecnología RISC
- Frecuencia de 0 a 20 Mhz
- Hasta 8K x 14 bits de memoria flash de programa
- Hasta 368 bytes de memoria de datos (RAM)
- Hasta 256 bytes de memoria de datos EEPROM
- Lectura/escritura de la CPU a la memoria flash de programa
- Protección programable de código
- Hasta 14 fuentes de interrupciones

¹³ /www.iearobotics.com/proyectos/cuadernos/ct1/ct1.html

- Sistema de vigilancia Watchdog timer
- Rango de voltaje de operación de 2.0 a 5.5. voltios
- Bajo consumo de potencia: menos de 0.6 mA a 3V a 4Mhz, 20µA a 3V a 2 Khz, menos de 1µA corriente de standby (modo SLEEP)
- Puertos A, B, C, D
- PWM de 10 bits
- Convertidor A/D: AN0...AN7, de 10 bits hasta 8 canales
- Puerto serie SSP (puerto serie síncrono,) USART/SCI (puerto serie universal), ICSP (puerto serie para programación y depuración "in circuit")

3.2.4.7.1.- Descripción del PIC16F877A

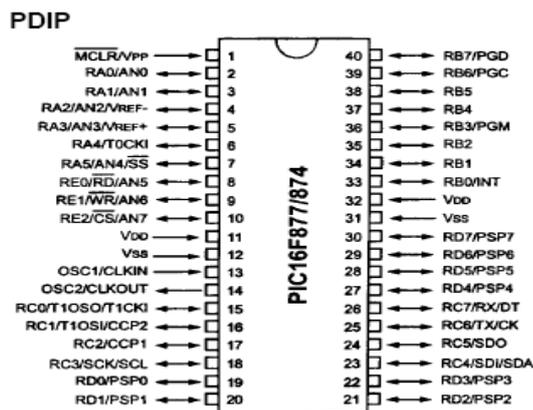


Figura III.9 PIC16F877A

Puerto A:

- Puerto de e/s de 6 pines
- RA0 è RA0 y AN0
- RA1 è RA1 y AN1
- RA2 è RA2, AN2 y Vref-
- RA3 è RA3, AN3 y Vref+
- RA4 è RA4 (Salida en colector abierto) y T0CKI(Entrada de reloj del modulo Timer0)
- RA5 è RA5, AN4 y SS (Selección esclavo para el puerto serie síncrono)

Puerto B:

- Puerto e/s 8 pines
- Resistencias pull-up programables
- RB0 è Interrupción externa
- RB4-7 Interrupción por cambio de flanco
- RB5-RB7 y RB3 è programación y debugger in circuit

Puerto C:

- Puerto e/s de 8 pines
- RC0 è RC0, T1OSO (Timer1 salida oscilador) y T1CKI (Entrada de reloj del modulo Timer1).
- RC1-RC2 è PWM/COMP/CAPT
- RC1 è T1OSI (entrada osc timer1)
- RC3-4 è IIC
- RC3-5 è SPI
- RC6-7 è USART

Puerto D:

- Puerto e/s de 8 pines
- Bus de datos en PPS (Puerto paralelo esclavo)
- Puerto E:
 - Puerto de e/s de 3 pines
 - RE0 è RE0 y AN5 y Read de PPS
 - RE1 è RE1 y AN6 y Write de PPS
 - RE2 è RE2 y AN7 y CS de PPS

Dispositivos periféricos:

- Timer0: Temporizador-contador de 8 bits con preescaler de 8 bits
- Timer1: Temporizador-contador de 16 bits con preescaler que puede incrementarse en modo sleep de forma externa por un cristal/clock.
- Timer2: Temporizador-contador de 8 bits con preescaler y postescaler.

- Dos módulos de Captura, Comparación, PWM (Modulación de Anchura de Impulsos).
- Conversor A/D de 10 bits.
- Puerto Serie Síncrono Master (MSSP) con SPI e I²C (Master/Slave).
- USART/SCI (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter) con 9 bit.
- Puerta Paralela Esclava (PSP) solo en encapsulados con 40 pines

3.2.4.8.- Microcontrolador PIC 16F628A

Soporta mil ciclos de escritura en su memoria Flash y un 1.000.000 de ciclos en su memoria EEPROM, la memoria de programa que posee es de 1048 Words, memoria de datos EEPROM es de 128 bytes, la memoria RAM es de 224 bytes, 16 pines de entrada y salida, y posee dos comparadores.

A mas de esto posee grandes ventajas como son: la comunicación AUSART, oscilador interno de 4Mhz, master clear (MCLR) programable, etc.

La alimentación del microcontrolador PIC en general es de V_{ss}=GND=0V y de V_{dd}=V_{cc}=5V, este valor de V_{dd} puede variar desde 3V a 5.5V. Posee a mas de ello 2 puertos de I/O el puerto A y el puerto B los cuales trabajan a 8 bits cada uno y entregan 25mA por cada PIN, 7 en modo sumidero pueden soportar hasta 25mA por cada pin.

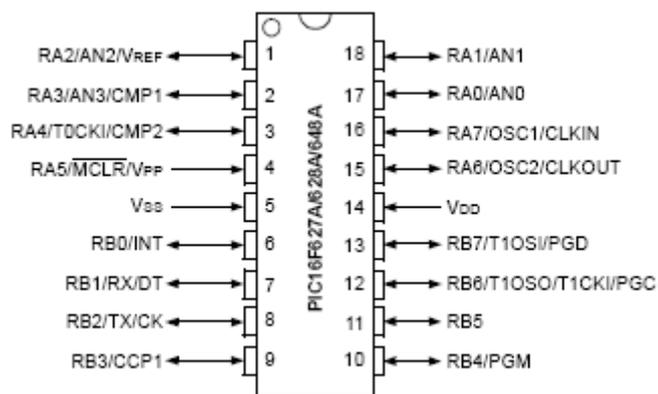


Figura III.10.PIC16F628A

3.2.4.8.1.- Descripción del PIC16F628A

PORTA: RA0-RA7:

- Los pines RA0-RA4 y RA6–RA7 son bidireccionales y manejan señales TTL
- El pin RA5 es una entrada Schmitt Trigger que sirve también para entrar en el modo de programación cuando se aplica una tensión igual a V_{pp} (13,4V mínimo)
- El terminal RA4 puede configurarse como reloj de entrada para el contador TMR0
- Los pines RA0-RA3 sirven de entrada para el comparador analógico

PORTB: RB0-RB7:

- Los pines RB0-RB7 son bidireccionales y manejan señales TTL
- Por software se pueden activar las resistencias de pull-up internas, que evitan el uso de resistencias externas en caso de que los terminales se utilicen como entrada (permite, en algunos casos, reducir el número de componentes externos)
- El pin RB0 se puede utilizar como entrada de pulsos para provocar una interrupción externa
- Los pines RB4-RB7 están diseñados para detectar una interrupción por cambio de estado. Esta interrupción puede utilizarse para controlar un teclado matricial.

Otros pines

- VDD: Pin de alimentación positiva. De 2 a 5,5 Vcc
- VSS: Pin de alimentación negativa. Se conecta a tierra o a 0 Vcc
- MCLR: Master Clear (Reset). Si el nivel lógico de este terminal es bajo (0 Vcc), el microcontrolador permanece inactivo. Este Reset se controla mediante la palabra de configuración.
- OSC1/CLKIN: Entrada de oscilador externo

- OSC2/CLKOUT: Salida del oscilador. El PIC 16F628 dependiendo de cómo se configure puede proporcionar una salida de reloj por medio de este pin.

3.2.4.9.- Sensores

Un sensor es un dispositivo que detecta, o mide manifestaciones de cualidades o fenómenos físicos, como la energía, velocidad, aceleración, tamaño, cantidad, etc. Un sensor es un tipo de transductor que transforma la magnitud que se quiere medir, en otra, que facilita su medida. Pueden ser de indicación directa (termómetro de mercurio) o pueden estar conectados a un indicador (posiblemente a través de un convertidor analógico a digital, un computador y un display) de modo que los valores medidos puedan ser leídos por un humano¹. La medición de temperatura y humedad es un aspecto muy utilizado en la industria en general así como en la vida diaria de las personas, las aplicaciones electrónicas no se quedan atrás en la medición de esta variable, debido a que la implementación de sistemas de electrónicos hace los procesos más eficientes y baratos.

3.2.4.10.- Sensores de humedad

Podría decirse que la humedad juega un rol en todos los procesos industriales. El solo hecho de que la atmósfera contiene humedad hace que, por lo menos, se estudie su efecto en el almacenamiento y operación de los distintos productos y dispositivos. El alcance que la influencia de la humedad podría tener en cualquier proceso industrial puede variar pero es esencial que al menos sea monitoreada, y en muchos casos controlada. Se puede decir que la humedad es una propiedad más difícil de definir y medir que sus parámetros asociados como pueden ser la presión y temperatura.

La medición de la humedad es un proceso verdaderamente analítico en el cual el sensor debe estar en contacto con el ambiente del proceso a diferencia de los sensores de presión y temperatura que invariablemente se encuentran aislados del proceso por protecciones conductoras del calor.

Esto tiene, por supuesto, implicaciones en la contaminación y degradación del sensor en niveles variables dependiendo de la naturaleza del ambiente. El higrómetro óptico de punto de rocío o sensor de espejo enfriado, ofrece el más preciso, repetible y confiable método para la medición de humedad con el rango de mayor amplitud posible¹⁴



Figura III.11.Sensores de Humedad

3.2.4.11.- Tipos de sensores

Las mediciones de humedad relativa puede ser hecha por sensores basados en: psicometría, desplazamiento, resistivos, capacitivos y por absorción de líquido.

Los dispositivos usados para medición del punto de rocío/escarcha son: sensores de sal saturada de cloruro de litio, óxido de aluminio y de espejo óptico enfriado. Estos sensores proveen un amplio rango de medición en términos del punto de rocío o escarcha.

3.2.4.12.- Sensores capacitivos

Los sensores capacitivos (polímero orgánico capacitivo) son diseñados normalmente con platos paralelos con electrodos porosos o con filamentos entrelazados en el sustrato. El material dieléctrico absorbe o elimina vapor de agua del ambiente con los cambios del nivel de humedad. Los cambios resultantes en la constante dieléctrica causa una variación en el valor de la

¹⁴ www.monografias.com/trabajos10/humed/humed.shtml

capacitancia eléctrica del dispositivo por lo que resulta una impedancia que varía con la humedad. Un cambio en la constante dieléctrica de aproximadamente el 30 % corresponde a una variación de 0...100 %HR en la humedad relativa.

El material sensor es muy delgado para alcanzar grandes cambios en la señal con la humedad. Esto permite al vapor de agua entrar y salir fácilmente y el secado rápido para la sencilla calibración del sensor.

Los sensores capacitivos son también apropiados para aplicaciones que requieran un alto grado de sensibilidad a niveles bajos de humedad, donde proveen una respuesta relativamente rápida. A valores de humedad superiores al 85 %HR sin embargo el sensor tiene una tendencia a saturar y se transforma en no lineal.

3.2.4.13.- Sensor de bloque de polímero resistivo

Están compuestos de un sustrato cerámico aislante sobre el cual se deposita una rejilla de electrodos. Estos electrodos se cubren con una sal sensible a la humedad embebida en una resina (polímero). La resina se recubre entonces con una capa protectora permeable al vapor de agua. A medida que la humedad pasa por la capa de protección, el polímero resulta ionizado y estos iones se movilizan dentro de la resina. Cuando los electrodos son excitados por una corriente, altera la impedancia del sensor se mide y es usada para calcular el porcentaje de humedad relativa.

Por su misma estructura este tipo de sensores son relativamente inmunes a la contaminación superficial ya que no afecta su exactitud aunque si el tiempo de respuesta.

Debido a los valores extremadamente altos de resistencia del sensor a niveles de humedad menores que 20 %HR es apropiado para los intervalos altos de humedad.

3.2.4.14.- Consideraciones generales para el diseño

3.2.4.14.1.- Datos del terreno

Plano 1

- Area Total = (200 m x 300 m) =60000m²
- Cultivo = Pasto
- Textura del suelo = Arenoso.
- Disponibilidad de agua = Permanente
- Deposito de agua = 48m x 19 m x 3 m= 2736 m³ de agua.
- Energía Eléctrica = 110 - 220 Voltios.

Costos de materiales que se emplearan en la instalación del sistema de riego por aspersión.

Luego de haber realizado todas las mediciones del terreno y todos los cálculos pertinentes podemos detallar los valores de todos los materiales que se emplearan en el sistema de riego por aspersión.

ACCESORIOS ESTACION DE BOMBEO POR ASPERSIÓN, DE LA HACIENDA DE LAS FUERZAS ESPECIALES Nº 9 "PATRIA"					
CODIGO	NOMBRE	Ø	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
B1	BOMBA Y MOTOR 25 PH		1	2646,00	2646,00
B2	BOMBA Y MOTOR 25 PH		1	2646,00	2646,00
C1	TRAMO PVC E/C L = 0,43 m	160 mm	1	8,70	8,70
C3	ADAPTADOR PVC – HG	160 mm x 6"	4	24,00	96,00
C4	VALVULA DE PIE 6"		1	358,00	358,00
C5	REDUCTOR HG 4" X 6"		2	15,00	30,00
C6	TRAMO HG L = 3,30 m	4"	1	168,00	168,00
C7	CODO HG X 90°	4"	3	28,00	84,00
C8	TEE HG	4"	3	26,00	78,00
C9	YEE HG	4"	2	55,00	110,00
D1	TRAMO CORTO HG L = 0,64 m	4"	14	16,00	224,00
D2	VALVULA COMPUERTA HF	4"	8	285,00	2280,00

D3	NEPLO HG L = 0,23 m	4"	7	12,00	84,00
D4	REDUCTOR 4" a 1 ½		2	4,00	8,00
D5	REDUCTOR 4" a 2 1/2"		2	4,00	8,00
D6	VALVULA CHECK	4"	2	358,00	716,00
D7	UNIVERSAL HG	4"	4	8,00	32,00
D8	CODO HG 45°	4"	2	28,00	56,00
D9	NEPLO HG L = 0,22 m	4"	2	12,00	24,00
E1	MANOMETRO Y GRIFO DE PRUEBA	1/2"	1	7,00	7,00
E2	TRAMO HG L = 0,72 m	4"	2	36,00	72,00
E3	TRAMO HG L = 0,55 m	4"	2	22,00	44,00
E5	NEPLO HG L = 0,35 m	4"	1	18,00	18,00
E6	TRAMO HG L = 1,05 m	4"	2	3,00	6,00
	ELECTROVALVULA 3/2	6"	4	717,70	2870,80
	ASPERSORES	1"	40	51,92	2076,80
	TUBERIAS PVC 0,5	6"	87	58,00	5046,00
	TUBERIA PVC MIA PRESION	4"	207	27,30	5651,10
				TOTAL	25448,40

3.2.4.14.2.- *Diseño de la red de tuberías*

La velocidad del flujo a través del tubo es un problema de consideración:

Si la velocidad es demasiado grande las partículas suspendidas en el flujo pueden causar una erosión excesiva del tubo y si la velocidad es demasiado lenta las mismas partículas suspendidas pueden acumular sedimentos en los puntos más bajos de los tubos, eventualmente pueden quedar dañados.

Los límites de velocidad recomendados son: máximo 3.0 m/s; mínimo 0.7 m/s.

La velocidad del agua debe ser mayor a 0.7 m/s para no tener problemas de sedimentación y menor a 3 m/s para no desgastar al PVC.

Se recomienda elegir la tubería en donde exista menor pérdida de fricción, para garantizar mejores condiciones de riego.

A. *Conducción principal*

- La tubería utilizada es de HG.
- Para determinar el diámetro necesario de la tubería, se deben considerar las condiciones mencionadas anteriormente.
- Longitud de la tubería = 260 m. (Plano 1)
- Determinación de caudal del aspersor. (Anexo B).

$$Q_{asp} = Q_1 + Q_2$$

Ec. III.6

$$Q_{asp} = 3,49 + 4,31 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{asp} = 7,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Cálculo del caudal total.

$$Q_t = Q_{asp} * N_{asp}$$

Ec. III.7

$$Q_t = 10 \text{ aspersores} \times 7,8 \text{ m}^3/\text{h} = 78 \text{ m}^3/\text{h}. \text{ (Plano 1).}$$

- Un caudal de 7,8 m³/h equivalen a 21.6 l/s, que al utilizar la tabla de diámetros normalizados (Anexo C), facilita determinar la medida exacta de la tubería.
- Los parámetros que deben considerarse son:

P_c = Pérdida de carga en m de columna de agua por cada 100 m. de tubería.

H_f = Pérdida de energía por fricción.

V = Velocidad.

- Los diámetros de la tubería de impulsión de las bombas se determinarán en función del gasto de bombeo, pudiendo seleccionarse conforme a la tabla (Anexo C)

Caudal l/s	125 mm			140 mm			160mm		
	P _c	V	Hf	P _c	V	Hf	P _c	V	Hf
22	2.58	1.95	6.39	1.47	1.55	3.58	0.77	1.19	2

Tabla III.3. Determinación del diámetro de la tubería principal (Anexo C)

- La pérdida de carga en metros de columna de agua por cada 100 m de tubería es 0.77, para una longitud de 210 metros, se tiene una caída de presión de 2m, lo que corresponde a un tubo de 160 milímetros
- La pérdida de carga en metros de columna de agua por cada 100 m de tubería es 1.47, para una longitud de 210 metros, se tiene una caída de presión de 3.58 m, lo que corresponde a un tubo de 140 milímetros.
- La pérdida de carga en metros de columna de agua por cada 100 m de tubería es 2.58, para una longitud de 210 metros, se tiene una caída de presión de 6.39 m, lo que corresponde a un tubo de 125 milímetros.
- Para calcular las pérdidas utilizando la fórmula de Hazen- Williams se emplea el siguiente procedimiento:

$$d = D - P_t * E_p = 160 \text{ mm} - 2 * 4.36 = 151 \text{ mm}$$

Ec. III.8

En donde:

d = diámetro interior de la tubería.

D = Diámetro exterior de la tubería.

P_t = Paredes de la tubería.

E_p = Espesor de la pared de la tubería.

$$h = 10,674 \cdot [Q^{1,852} / (C^{1,852} \cdot D^{4,871})] \cdot L$$

$$h = 10,674 [0,02166^{1,852} / 120^{1,852} \cdot 0,151^{4,871}] \cdot 210 = 2m$$

B. Conducción en los laterales

- Los laterales deben diseñarse con un diámetro menor el cual conducirá menos cantidad de agua, pues se pretende que exista un mínimo de pérdidas de energía.
- Para determinar el diámetro necesario de la tubería, se deben considerar:
- Longitud de la tubería = 150 m. (Plano 1).
- El caudal total:

$$Q = 10 \text{ aspersores} \times 7.8 \text{ m}^3/\text{h} = 78 \text{ m}^3/\text{h}. \text{ (Plano1).}$$

- Un caudal de 7.8m³/h equivalen a 21.6 l/s, que al utilizar la tabla de diámetros normalizados (Anexo C), facilita determinar la medida exacta de la tubería.

$$d = 140mm - 2 \cdot 2.96 = 134mm.$$

$$h = 10,674 \left(\frac{Q^{1,852}}{C^{1,852}} \right) \cdot D^{-4,871} \cdot L = 2,56m$$

3.2.4.14.3.- Pérdida Total

En vista que todos los tramos tienen la misma distancia e igual número de aspersores nos da un total de pérdida de fricción de 10.24 m.

- Cálculo de la diferencia de presión en la red secundaria.
 “Los laterales deben diseñarse de tal manera que las pérdidas de cargas totales no excedan del 20% de la presión de trabajo de los aspersores, asegurando así que las descargas entre el primer y ultimo aspersor de una línea no variaran entre si mas de un 10%”¹⁵

¹⁵ Fundamentos y diseño de sistemas de riego. Autor: Luis Alberto Gurovich, Pag.384.

Por lo dicho anteriormente se tiene que la presión del aspersor a utilizar es de 60 mca. y la diferencia de presión en el lateral no debe exceder el 20 % de esa presión; calculado se tiene:

$$Presion\ del\ aspersor = 60 \times 0.20 = 12mca$$

Siendo los 12 mca de diferencia de presión entre el primero y el último aspersor. La pérdida total calculada es 10.24 m, por lo que es justamente inferior a este valor; $12\ mca > 10.24\ m$.

- Cálculo de la presión de entrada a la red secundaria

$$P_i = P_{asp} + H_e + \frac{1}{2}hf + \Delta El$$

$$P_i = 60 + 1.0 + \frac{10.24}{2} + 0 = 66.12mca$$

Ec.III.9¹⁶

P_i = Presión del aspersor (Anexo B); rango de funcionamiento 6 bars.

Si 1 bar es igual a 10 metros de columna de agua, 6 bars equivalen a 60 metros de columna de agua.

H_e = Altura del elevador es de 1 m, desde la profundidad de la tubería hasta la distancia de instalación del aspersor.

hf = Pérdida de carga total es de 10.24 m; valores calculados que se calcularon anteriormente

ΔEl = Diferencia topográfica de la red secundaria igual a cero metros; debido a que el terreno es plano en su totalidad.

- Características de diseño que constan en el, (Plano 1).

¹⁶ Diseño y construcción de un sistema de control y supervisión para regadío extrayendo agua del subsuelo.
Autor : Ing. Misael Pazmiño J.

3.2.4.14.4.- Accesorios

- Filtro

Es necesario instalar un filtro de malla, para evitar taponamientos con los solenoides; las pérdidas dependen del estado de limpieza, si está limpio pierde menos carga, si está sucio pierde más carga.

- Para seleccionar se debe conocer el caudal máximo que debe impulsar la bomba y la carga dinámica total; en este caso el caudal es de 78 m³/h y la carga dinámica total de 70.5 m y 3500 rpm. las bombas BERKELEY PUMPS, y en la curva de desempeño CN208R00 se identifica una bomba de 25 HP, con una eficiencia del 78 % y una carga neta de succión positiva NPSH de 12 pulgadas.

- Con todos estos parámetros es recomendable utilizar la bomba, cuyo catálogo consta en el (Anexo A), con las siguientes consideraciones: un caudal de 78 m³/h tiene un equivalente de 21.6 l/s que aplicando en la curva de rendimiento genera 70 m. de presión (mca).

- Como comprobación se emplea el siguiente procedimiento:

- Caudal total:

$$Q = 10 \text{ aspersores} * 7.8 \text{ m}^3/\text{h} = 78 \text{ m}^3/\text{h} = 21.6 \text{ l/s.}$$

- Carga dinámica total

$$H_T = H_S + H_L + H_1 + H_e + H_a + P_a$$

En donde

H_T = Carga dinámica total en m.

H_L = Pérdidas de carga por fricción en la tubería principal

H_1 = Perdida de carga por fricción en los laterales

H_e = diferencia de elevación entre la bomba y el sitio de descarga mas elevado

H_a = altura de los aspersores sobre el nivel del suelo

P_a = Presión de trabajo requerida por los aspersores

$$H_T = 0.77 + 10.24 + 0 + 0.50 + 60 = 71.51m.$$

- $E_f = 78\%$. Eficiencia de la bomba (Anexo J).
- Potencia de la bomba

$$P = \frac{Q(lps) * H(m)}{76 * E_f} = \frac{21.6 * 71.51}{76 * 0.78} = 26 \cong 25HP$$

3.2.5.- UTILIZACION DEL PROGRAMA LABVIEW

“El LabView es un lenguaje de programación de alto nivel, de tipo gráfico, y enfocado al uso en instrumentación. Pero como lenguaje de programación, debido a que cuenta con todas las estructuras, puede ser usado para elaborar cualquier algoritmo que se desee, en cualquier aplicación, como en análisis, telemática, juegos, manejo de textos, etc.

Cada programa realizado en LabView será llamado Instrumento Virtual (VI), el cual como cualesquier otro ocupa espacio en la memoria del computador.

3.2.5.1.- Panel frontal

El Panel frontal, donde estarán ubicados todos los indicadores y controles que el usuario podrá ver cuando el programa este en funcionamiento. Por ejemplo botones, perillas, gráficas, etc.

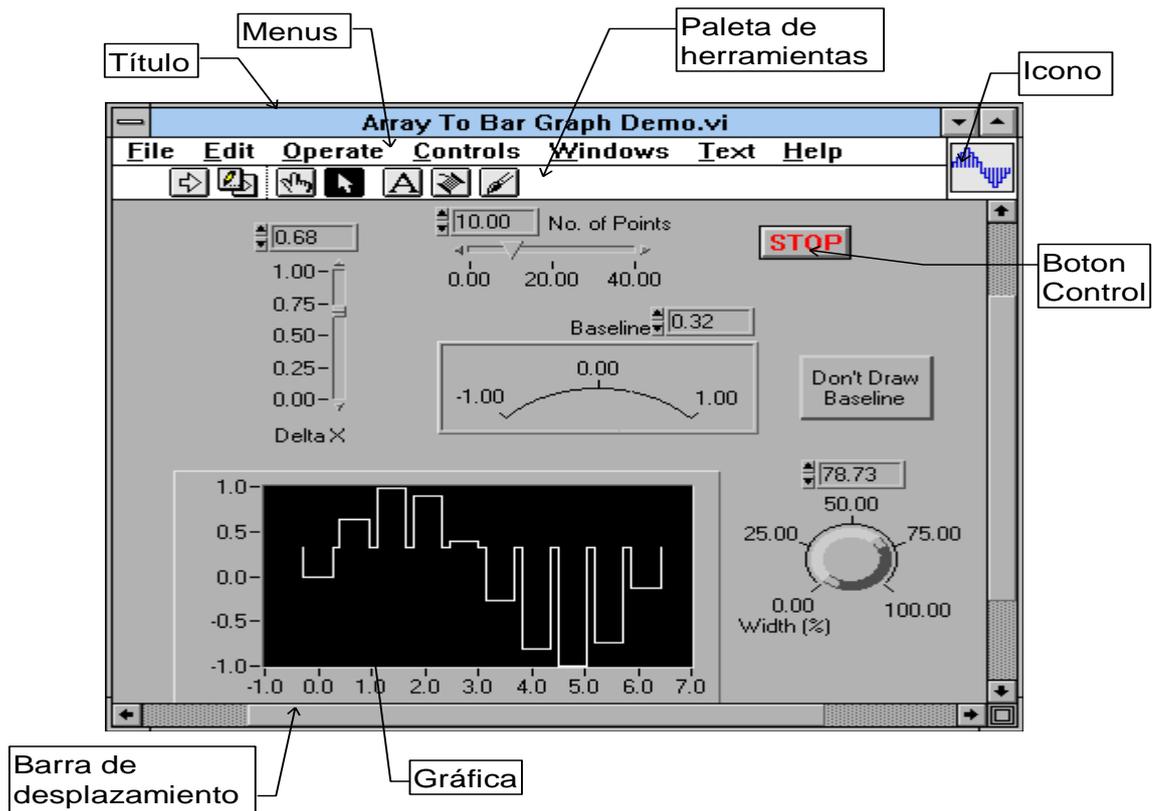


Figura III.12.Panel Frontal

3.2.5.2.- Diagrama de bloques

- El diagrama de bloques muestra el programa en código gráfico G, el cual es el objetivo de aprendizaje en un nivel básico. Se usan en este diagrama estructuras de programación, y flujo de datos entre las diferentes entradas y salidas, a través de líneas. En este las subrutinas son mostradas como iconos de cajas negras, con unas entradas y unas salidas determinadas, donde en el interior se cumple una función específica. El flujo se aprecia, como se dibujaría en un bosquejo de sistemas, cuando se habla de teoría de sistemas, donde cada subsistema se representa como un cuadro con entradas y salidas.

Todos los indicadores y controles ubicados en el panel frontal están respaldados por un terminal de conexión en el diagrama de bloques tal como si se tuviera un tablero de control de una máquina o un avión, donde por el frente se ven los

indicadores y por el lado posterior se aprecian todos los cables y terminales de conexión.

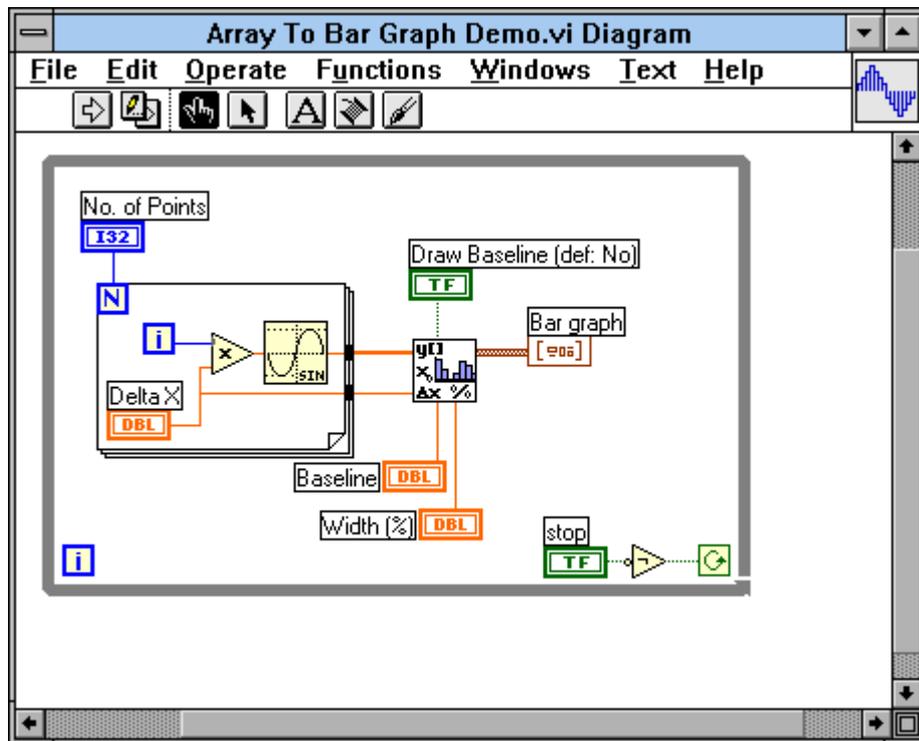


Figura III.13. Diagrama de Bloques

- El ícono de conexión. Se usa para utilizar el programa creado como subrutina en otro programa, donde el ícono será la caja negra, y las entradas son las conexiones a los controles del programa subrutina, y las salidas son las conexiones a los indicadores del mismo subprograma. Al crear el ícono, se conecta a través del alambre de soldadura a los indicadores y controles en la forma que se desee que se distribuyan las entradas y salidas en la caja negra, tal como en un circuito integrado algunos pines corresponden a alguna función en él. La idea es crear un sistema de programación modular, donde cada rutina creada llame otras rutinas, y estas a su vez otras de menor nivel, en una cadena jerárquica con cualquier límite deseado. Así cuando se use un módulo, no se requiere saber como funciona interiormente, simplemente solo basta conocer sus entradas y salidas para ser así usado.

3.2.5.3.- Clases de datos

- a. No estructurados o escalar: booleanos, enteros, caracteres, etc.
- b. Estructurados: colección de datos organizados en forma determinada (struct).

3.2.5.4.- Tipos de programación

- b. Estructurada.- Se limitan a estructuras: secuencial, condicional e iterativa.
- c. Modular.- Diseño Top- down. Utilización de objetos.

3.2.5.5.- Paletas de trabajo

Tanto en el panel frontal como en el diagrama de bloques, existe una paleta de herramientas, que sirve tanto para editar el VI, o ejecutarlo según el modo de trabajo que se tenga.

Cuando se trabaja en modo de ejecución la paleta es la de la figura III.8

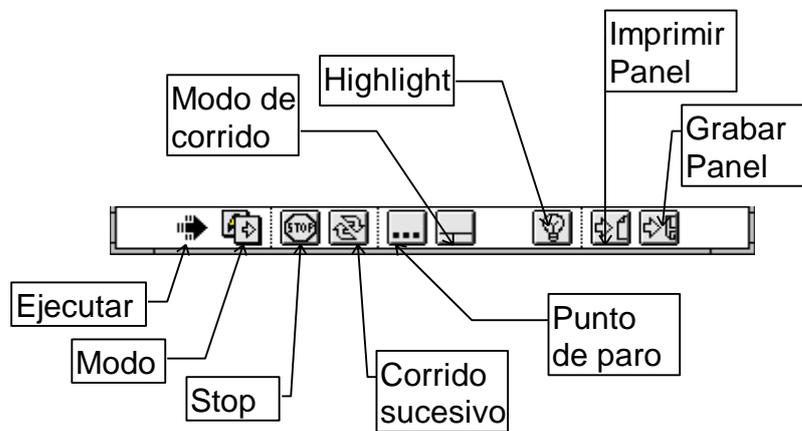


Figura III.14. Paleta de trabajo

- Con el botón “Ejecutar” se corre una vez el programa. Cuando está ejecutando, se cambia a rayado como se aprecia en la figura y aparece un botón de “Stop” con el cual se puede detener el programa. No es recomendado hacer esto, es preferible crear un algoritmo de paro del programa, con un botón destinado exclusivamente para esto.

- “Modo” cambia entre modo de edición y modo de ejecución. Así está en modo de ejecución.
- “Corrido sucesivo” hace que el programa ejecute una ves tras otra hasta que se le de un paro con el botón de stop.
- “Punto de paro” al ser presionado cambia a “!”, así, al ser llamado como subrutina, abrirá el panel frontal para mostrar como cambia, para encontrar errores de lógica, o por simple visualización.
- “Modo de corrido” Al ser presionado cambia a una línea por pasos, así el programa ejecutará paso a paso. cada paso se dará al oprimir el icono de un solo paso.
- “Highlight” Muestra como fluyen los datos y que datos, a través de las líneas del diagrama de bloques.”
- “Imprimir Panel” Imprime el panel frontal actual cuando termina de ejecutar el programa.
- “Grabar Panel” Almacena en un archivo .LOG el estado actual del panel frontal.

En el modo de edición la paleta es la siguiente.

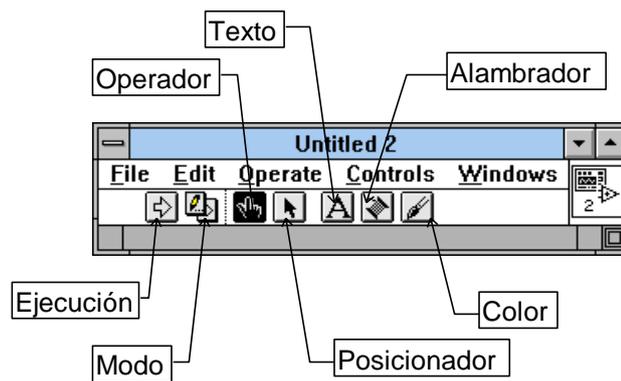


Figura III.15. Diagrama del modo de edición

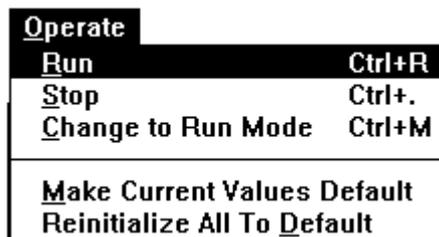
- “Operador” Sirve para accionar los controles e indicadores.
- “Posicionador” Sirve para cambiar de posición los diferentes elementos en las diferentes pantallas. También permite cambiar el tamaño de estos.

- “Texto” Permite crear textos y etiquetas, tanto como cambiar los valores de las escalas de las gráficas.
- “Alambrador” Sirve para conectar los elementos en el diagrama de bloques, y para conectar los controles e indicadores a los pines del ícono del programa.
- “Color” Permite colorear los diferentes elementos.

3.2.5.6.- Menús de trabajo

Haciendo clic en los menús superiores se aprecian las aplicaciones necesarias para trabajar con LabVIEW, como grabar o cargar programas, como editarlos, tipos de letra etc. Los menús se muestran a continuación.

Operate se encuentran herramientas para ejecutar y detener los programas, así como cambiar el modo de trabajo, y hacer que todos los valores en los controles e indicadores queden como valores iniciales al ser guardado el programa.



Controls aparecen todos los tipos de controles e indicadores que se pueden colocar en el panel frontal, como son:

1. Numéricos: Permiten la entrada y salida de datos y valores medibles de tipo numérico, ya sea en un número real, enteros, naturales positivos. Por ejemplo un medidor de nivel graficado como un tanque, donde el nivel es el valor dado, o un termómetro, donde la temperatura es un variable continúa.

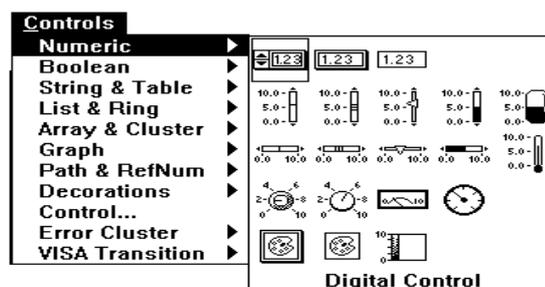
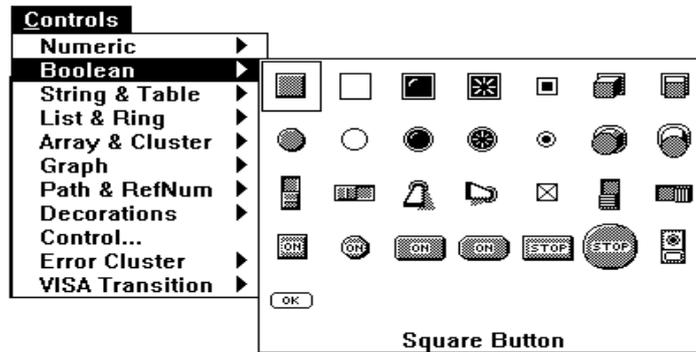


Figura III.16. Paleta de controles

2. Boléanos: Permiten la salida y la entrada de datos de tipo discreto, on-off, como es el caso de los pulsadores, swiches, led's indicadores.



3. String & Table: permite entrar y sacar datos de tipo alfanumérico, vistos en un indicador o control, o en una tabla que también puede cumplir las dos funciones.

4. List & Ring: Son controles e indicadores que presentan listas de opciones donde el ítem seleccionado se entrega como un valor al programa.

5. Array & Clusters: Permite agrupar datos para formar matrices ya sean de entrada o salida. Estas matrices pueden ser de tipo numérico, o de tipo boléanos. También se pueden agrupar datos de diferentes tipos de control o de diferentes tipos de indicador, en un cluster, el cual es una agrupación que posee una sola terminal en el diagrama de bloques, semejante a un conector de un computador, el cual siendo un solo conector lleva muchas líneas que llevan diferentes señales. En las matrices todas las señales son del mismo tipo.

6. Graph: Controles e indicadores de gráficas. Pueden ser gráficas de barrido, graficas XY, o de tonos de colores.

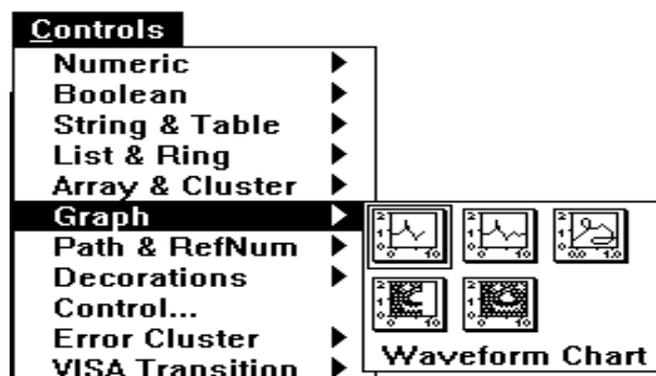


Figura III.17. Graph

3.2.5.7.- Paleta de funciones

Ofrece todas las posibilidades de funciones que se pueden utilizar en el diagrama de bloques, donde al hacer clic se escoge y ubica dentro del programa. ¹⁷

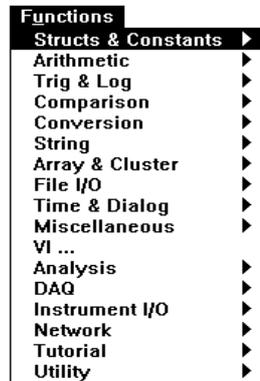


Figura III.18. Paleta de Funciones

¹⁷ www.perso.wanadoo.es/jovilve/tutoriales.html

IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.- CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos se pudo concluir lo siguiente:

- El análisis económico realizado por unidad de superficie, considerando costos para equipar una superficie de 10 hectáreas, permite concluir la obtención de mayores beneficios del cultivo bajo riego por aspersión que superficial.
- La práctica del riego constituye uno de los factores más importantes para el desarrollo y crecimiento de las plantas, la cual puede llevarse a cabo mediante el sistema de riego por aspersión.
- El mismo permite una mejor utilización de agua y permite controlar a la perfección los fertilizantes a utilizar, así como suministrar la cantidad de agua exacta requerida por el cultivo en todo momento.
- Con el empleo de sistemas de riego por aspersión es posible aumentar la productividad, ya que bajo éstos sistemas aumentan los rendimientos y se incrementa la longevidad del cultivo, disminuyendo al mismo tiempo la presencia de malezas.
- Para realizar una comunicación a una distancia larga se utilizo la interfaz RS485
- En la comunicación 485 siempre se debe utilizar una resistencia de terminación cuyo valor es igual a la impedancia característica del cable a utilizar.
- Al momento de implementar los microcontroladores utilizar capacitores en la fuente para filtrarlos ruidos existentes en la comunicación.
- Al momento de implementar los relés poner en cada relé poner un dio en antiparalelo para protección del microcontrolador.

4.2.- RECOMENDACIONES

- Para la selección del sistema de riego por aspersión se realice en razón de sus ventajas sobre los otros sistemas de riego, como fácil operación, adaptación a las características del terreno y a la disponibilidad de agua con la que debe contar un sistema de riego.
- Es muy importante controlar la presión de entrada del agua a la red secundaria para que los aspersores trabajen eficientemente y pueda regarse toda la superficie del terreno.
- Es muy importante instalar un filtro a la entrada de la bomba para evitar taponamientos que afecten a la eficiencia de trabajo de la bomba.
- Para realizar una comunicación a una distancia larga debe utilizarse la interfaz rs485
- En la comunicación 485 siempre se debe utilizar una resistencia de terminación cuyo valor es igual a la impedancia característica del cable a utilizar.
- Al momento de implementar los relés poner en cada relé poner un diodo en antiparalelo para protección del microcontrolador

REFERENCIAS

- Constantino Constantinidis, Bonifica ed Irrigazione. Edagrícola- Bologna 1970.
- FLORES, L. F. y MARTÍNEZ, R. A., Efecto del Método y Aplicación del Agua sobre el rendimiento de la alfalfa. En: Avances de Investigación de forrajes del CIANE. 1978. p. 97.
- LATHEEF, M. A.; CADEEL, J. L.; BERBERET, R. C. y STRITAKE, J. F., Alfalfa forraje yield, stand persistence and weed colonization as influenced by variable first harvest in Oklahoma. In Journal of Production Agriculture. American Society of Agronomy. Vol. 1 No. 2, 1988, April - June, pp. 155-159
- RAMÍREZ, E., Parcela de prueba en alfalfa en Informes de Investigación del PRONAPA (Clave p-7), 1974, 11 p.
- RECHCIGAL, J. E.; RENEAU, R. B. y STARNER, Effect of subsurface amendments and Irrigation on alfalfa growth. En: Irrigation and Drainage Abstract, Vol. 12 No. 1, Marzo de 1986. p. 16
- http://www.euroresidentes.com/jardineria/sistemas_de_riego/riego/riego_por_aspersion.htm
- http://www.unesco.org.uy/phi/libros/uso_eficiente/rodriguez.html
- <http://www.eumedia.es/user/articulo.php?id=338>
- http://www.plantasyhogar.com/jardin/jardines/?pagina=jardin_jardines_038_038
- <http://archivo.eluniverso.com/2006/07/08/0001/22/B8CCAD332F5D4DE58AE A4D680AE9BD44.aspx>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Aspersi%C3%B3n>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Demograf%C3%ADa>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Hidrograf%C3%ADa>

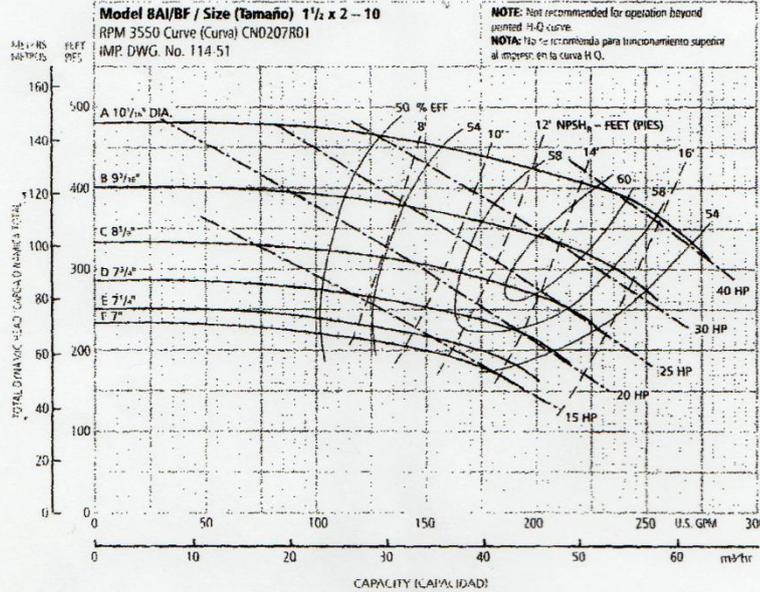
ANEXOS

ANEXO A

Performance Curves – 60 Hz, 3500 RPM Curvas de desempeño – 60 Hz, 3500 RPM

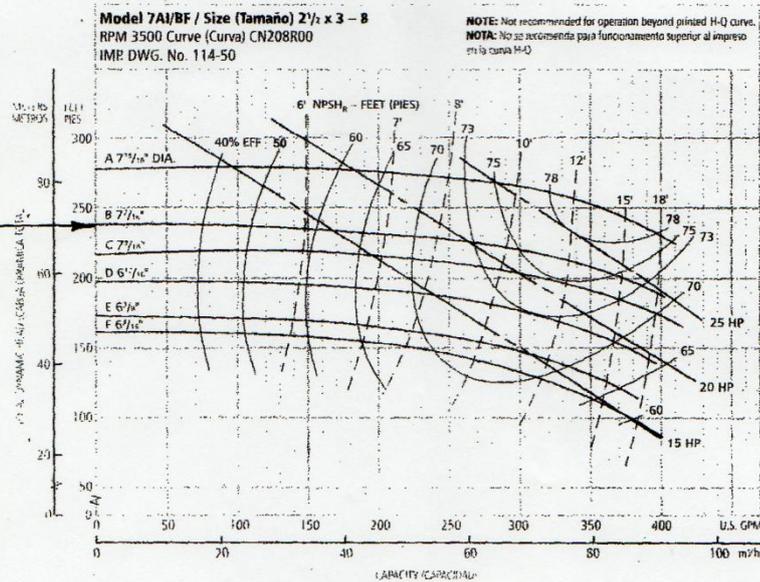
These curves show the performance of the 3656 and 3756 at 3500 RPM and 1750 RPM, 60 Hz, and at 2900 RPM and 1450 RPM, 50 Hz. Standard impeller trims are shown. Note that not all pump sizes are available at the higher speeds.

Estas curvas ilustran el desempeño de los modelos 3656 y 3756 operando a 3500 RPM y 1750 RPM en 60 Hz, y a 2900 RPM y 1450 RPM en 50 Hz. Se muestran los diámetros de impulsor estándar. Se ha de notar que no todos los tamaños de bomba están disponibles en altas velocidades.



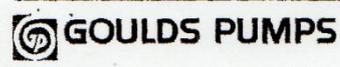
Optional Impeller Impulsor optativo	
Ordering Code Código de pedido	Diá. Día.
A	10 1/16"
B	9 1/16"
C	8 1/16"
D	7 1/16"
E	7"
F	7/16"

NOTE: Pump will pass a sphere to 3/32" diameter.
NOTA: La bomba dejará pasar una esfera de hasta 3/32" de pulgada de diámetro.



Optional Impeller Impulsor optativo	
Ordering Code Código de pedido	Diá. Día.
A	7 1/16"
B	7 1/16"
C	7 1/16"
D	6 1/16"
E	6 1/16"
F	6 1/16"

NOTE: Pump will pass a sphere to 1/16" diameter.
NOTA: La bomba dejará pasar una esfera de hasta 1/16" de pulgada de diámetro.



ANEXO B

Aspersores Agrícolas



Aspersor Metálico a Impacto - 1"

Aplicaciones principales: Para todo tipo de cultivos irrigados en altura, equipos de instalación fija o sistemas de movimiento mecánico en campos de cultivo de caña de azúcar, remolacha, algodón, maíz, etc.

- Excelente distribución del agua a espaciamientos amplios.
- Fabricación duradera totalmente en latón de elevada resistencia.
- Resorte y eje confeccionados en acero inoxidable resistente a la corrosión.
- Funda protectora contra arena y polvo para un funcionamiento duradero y confiable.
- Numerosas combinaciones de boquillas simples o dobles.
- Alineador de chorro de material plástico a prueba de taponamientos (montado a la entrada de la boquilla), para mayor alcance y resistencia al viento.
- Trayectoria del cuerpo: 28°.

Conector a tubería: hembra de 1"

Peso: 945 g

Descarga: 1.78 - 7.44 m³/h

Presión: 3.5 - 6.0 baras

Esp. Max.: 24 m

Boquilla mm	P bar	Q ₁ m ³ /h	Q ₂ m ³ /h	D m
5.0 x 3.2	4.0	1.90	2.58	37
	5.0	2.09	2.66	40
	6.0	2.27	3.11	42
5.5 x 3.2	4.0	2.27	2.85	39
	5.0	2.51	3.19	42
	6.0	2.73	3.35	44
6.0 x 3.2	4.0	2.67	3.36	41
	5.0	2.98	3.73	45
	6.0	3.23	4.07	47
6.3 x 3.2*	4.0	2.89	3.56	41
	5.0	3.21	3.96	45
	6.0	3.49	4.31	47
7.0 x 4.2	4.0	3.53	4.56	43
	5.0	3.91	5.05	47
	6.0	4.26	5.50	51
7.5 x 4.2	4.0	4.07	5.09	43
	5.0	4.53	5.67	48
	6.0	4.86	6.15	51
8.5 x 4.2	4.0	5.21	6.18	44
	5.0	5.81	6.82	49
	6.0	6.31	7.44	52

Q₁ - Boq. simple

Q₂ - Boq. doble

* Boq. standard

ANEXO C

PÉRDIDAS DE CARGA PARA TUBERÍAS DE PVC

Cálculos de la pérdidas de carga en base a tuberías de menor presión por cada diámetro, según la fórmula de Hazen - Williams.

D. Nominal (mm)		75		90		110		125		140		160	
Caudal		Pc	V										
lps	gpm												
3.0	48	0.81	0.75	0.33	0.52								
3.5	55	1.07	0.87	0.44	0.61								
4.0	63	1.37	1.00	0.57	0.70								
4.5	71	1.71	1.12	0.71	0.78								
5.0	79	2.08	1.25	0.86	0.87								
5.5	87	2.48	1.37	1.02	0.96	0.37	0.63						
6.0	95	2.91	1.50	1.20	1.04	0.43	0.69						
6.5	103	3.38	1.62	1.40	1.13	0.50	0.74						
7.0	111	3.87	1.75	1.60	1.22	0.58	0.80	0.31	0.62				
7.5	119	4.40	1.87	1.82	1.30	0.65	0.86	0.35	0.66				
8.0	127	4.96	2.00	2.05	1.39	0.74	0.91	0.40	0.71				
8.5	135	5.55	2.12	2.29	1.48	0.83	0.97	0.44	0.75				
8.6	136	5.67	2.15	2.34	1.49	0.84	0.98	0.45	0.76	0.26	0.60		
8.7	138	5.79	2.17	2.40	1.51	0.86	0.99	0.46	0.77	0.26	0.61		
8.8	139	5.92	2.20	2.45	1.53	0.88	1.00	0.47	0.78	0.27	0.62		
9.0	143	6.17	2.25	2.55	1.56	0.92	1.03	0.49	0.80	0.28	0.63		
10.0	159			3.10	1.74	1.12	1.14	0.60	0.88	0.34	0.70		
11.0	174			3.70	1.91	1.33	1.26	0.71	0.97	0.41	0.77	0.21	0.59
12.0	190			4.35	2.09	1.56	1.37	0.84	1.06	0.48	0.84	0.25	0.65
13.0	206			5.04	2.26	1.81	1.48	0.97	1.15	0.56	0.91	0.29	0.70
14.0	222			5.78	2.43	2.08	1.60	1.12	1.24	0.64	0.98	0.34	0.76
15.0	238			6.57	2.61	2.36	1.71	1.27	1.33	0.72	1.05	0.38	0.81
16.0	254					2.66	1.83	1.43	1.41	0.82	1.12	0.43	0.86
18.0	285					3.31	2.06	1.78	1.59	1.02	1.27	0.53	0.97
20.0	317					4.03	2.28	2.16	1.77	1.23	1.41	0.65	1.08
22.0	349					4.80	2.51	2.58	1.95	1.47	1.55	0.77	1.19
24.0	380					5.64	2.74	3.03	2.12	1.73	1.69	0.91	1.30
26.0	412							3.51	2.30	2.01	1.83	1.06	1.40
28.0	444							4.03	2.48	2.30	1.97	1.21	1.51
30.0	476							4.58	2.65	2.62	2.11	1.38	1.62
32.0	507									2.95	2.25	1.55	1.73
34.0	539									3.30	2.39	1.73	1.83
36.0	571									3.67	2.53	1.93	1.94
38.0	602									4.05	2.67	2.13	2.05
40.0	634											2.34	2.16
42.0	666											2.56	2.27
44.0	697											2.80	2.37
46.0	729											3.04	2.48
48.0	761											3.28	2.59
50.0	793											3.54	2.70
52.0	824											3.81	2.81
54.0	856											4.09	2.91

PC: Pérdida de carga en m de columna de agua por cada 100m de tubería
V: Velocidad en metros por segundo (m/s)
C: 150 constante de H-W
CÁLCULO EN BASE A DIÁMETROS INTERNOS DE TUBERÍA BAJA PRESIÓN
lps: Litros por segundo
gpm: Galones por minuto.

ANEXO D

BERMAD PARA RIEGO¹⁸

SERIE 400 Válvulas de control hidráulicas

Para riego agrícola

La Serie 400, de diseño patentado y registrado, representa lo más avanzado en tecnología de válvulas de control. Esta familia de válvulas activadas mediante diafragma combina una construcción sencilla y segura con una prestación superior para una diversidad de aplicaciones de control de agua en sistemas de riego y de abastecimiento de agua.

El diafragma actúa bajo cualquier condición de servicio y mantiene un balance perfecto, sin distorsión alguna por fuerzas hidráulicas desparejas y es totalmente inmune a excesos momentáneos de presión.

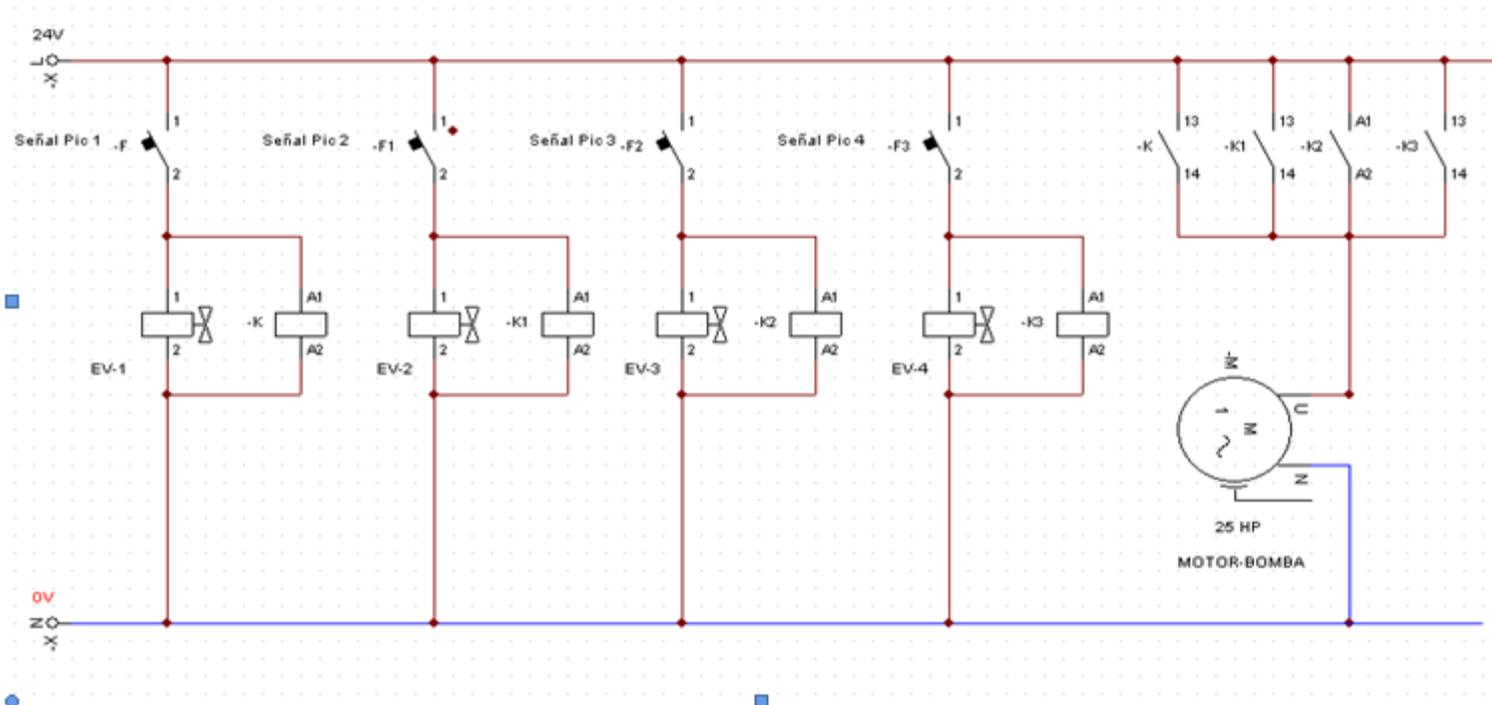
- Dimensiones: 3/4"-12" en forma de globo o en ángulo.
- Rango de presiones: 0,5-16 bares - ISO: PN 16i
(7-225 psi ANSÍ: Clase 125)
- Temperatura de trabajo: hasta 80°C (180°F) - agua
- Conexiones: Hierro: Hembra con rosca (NPT o BSPT) y con muesca para 11/2"-4", o con brida para 11/2"-8" en todos los estándares conocidos
Bronce: Hembra con rosca (NPT o BSPT) para 3/4", 1 y 11/2"



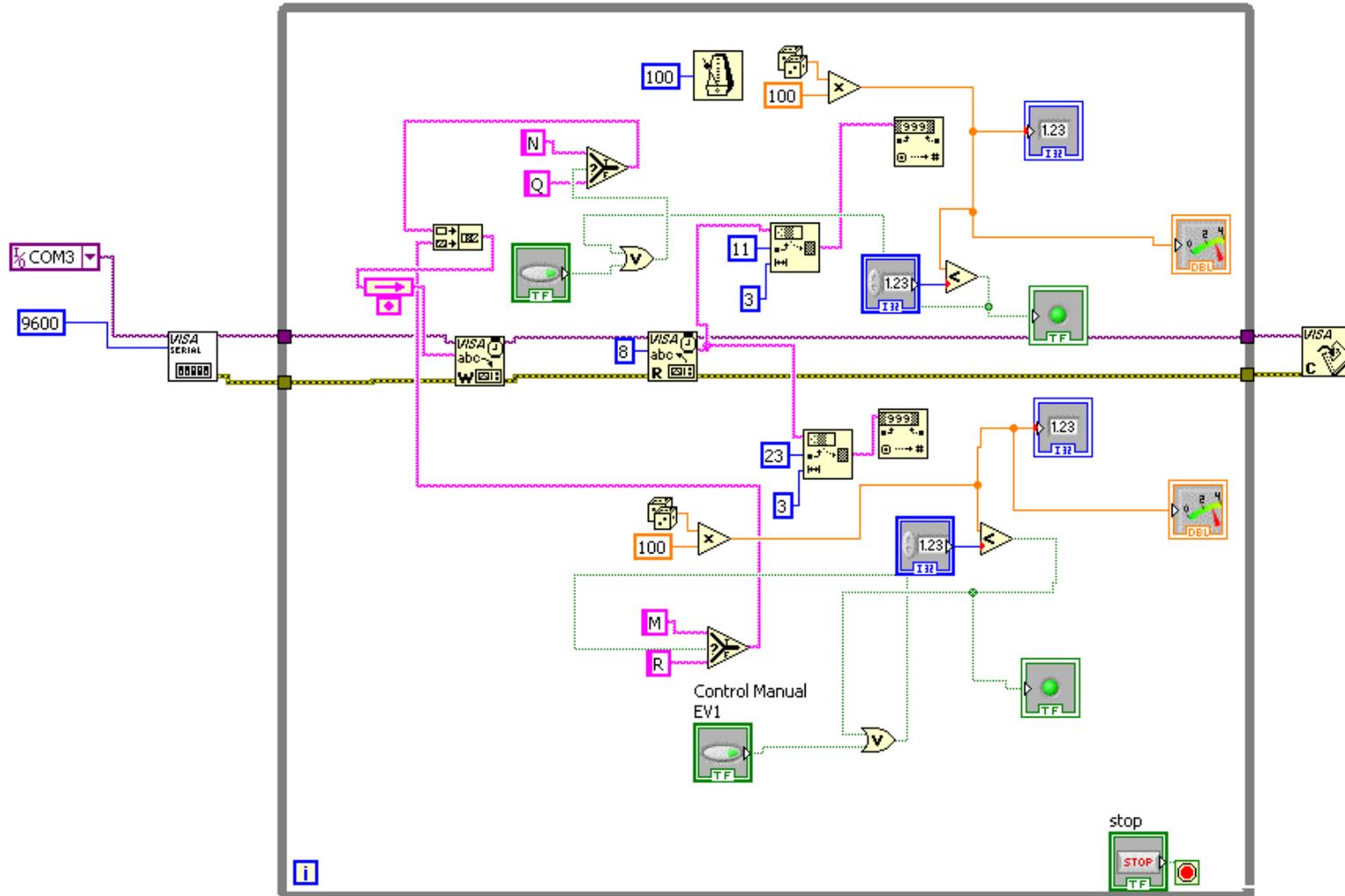
¹⁸ www.bermad.com/data/pdf/2_81.pdf

ANEXO F

CIRCUITO DE CONTROL ELECTROVALVULAS Y MOTO-BOMBA



ANEXO G



ANEXO H

ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO SEDE LATACUNGA

Indicador de activado
de Rele 1



Indicador de activado
de Rele 2



Valor de %RH
para control

0

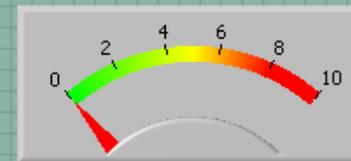
Control Manual
EV1



%RH 0

SENSOR 1
HUMEDAD

Visualiza Humedad
Sensor 1



Valor de %RH
para control

0

Control Manual
EV2



%RH 0

SENSOR 2
HUMEDAD

Visualiza Humedad
Sensor 2



PARADA

PLANOS TECNICOS

Latacunga, marzo del 2009

ELABORADO POR:

Víctor Manuel Cañar Gonzaga

Robinson Lenid Villamarin Peñafiel

APROBADO POR:

ING. Armando Álvarez

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍA EN
ELECTRÓNICA**

CERTIFICADO POR:

**DR. Eduardo Vásquez
SECRETARIO ACADÉMICO**