



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**  
**ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS**  
**NATURALES RENOVABLES**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**ELABORACIÓN DE UN SOFTWARE PARA EL DISEÑO DE**  
**RIEGO A PRESIÓN UTILIZANDO EL LENGUAJE VISUAL**  
**BASIC**

Tesis de grado previa a  
la obtención del título  
de **Ingeniero Agrícola**

AUTOR: Carlos Daniel Freire Serrano.

DIRECTOR: Ing. Walter Tene Ríos, Mg Sc

Loja – Ecuador

2013

ELABORACIÓN DE UN SOFTWARE PARA EL DISEÑO DE RIEGO A PRESIÓN  
UTILIZANDO EL LENGUAJE VISUAL BASIC,

**TESIS**

Presentada al tribunal de grado como requisito previo a la obtención del título de:

**INGENIERO AGRÍCOLA,**

En el Área Agropecuaria y de los Recursos Naturales Renovables de la Universidad  
Nacional de Loja

**APROBADA**

Loja, julio del 2013



Ing. Emel Loiza Carrión

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Dr. Edison Ramiro Vázquez, Ph D.

Vocal del Tribunal



Ing. Marco Reinoso, Mg Sc.

Vocal del Tribunal

Ingeniero.  
Walter Tene Rios, Mg Sc.  
DIRECTOR DE TESIS

**CERTIFICO:**

En calidad de Director de la Tesis titulada: Elaboración de un Software para el Diseño de Riego a Presión utilizando el Lenguaje Visual Basic; autoría del señor egresado de la Carrera de Ingeniería Agrícola, Carlos Daniel Freire Serrano, misma que ha sido dirigida, revisada y aprobada en su integridad, por lo que considero que es pertinente y adecuada, encontrándose dentro del cronograma establecido para su ejecución; por lo que autorizo su presentación y publicación.

Loja, junio del 2013



Ing. Walter Tene Rios, Mg Sc.  
DIRECTOR DE TESIS

---

## AUTORÍA

Yo, Carlos Daniel Freire Serrano, declaro ser autor del presente trabajo de tesis; y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

Autor: Carlos Daniel Freire Serrano

Firma:



Cédula: 1104210123

Fecha: 16 de julio del 2013

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.**

Yo, Carlos Daniel Freire Serrano, declaro ser autor, de la tesis titulada ELABORACIÓN DE UN SOFTWARE PARA EL DISEÑO DE RIEGO A PRESIÓN UTILIZANDO EL LENGUAJE VISUAL BASIC, como requisito para optar al grado de Ingeniero Agrícola, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja, para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 16 días del mes de julio de dos mil trece, firma el autor.

Firma:

Autor:	Carlos Daniel Freire Serrano
Número de Cédula:	1104210123
Dirección: Urbanización:	Ciudadela Santa Rosa
Correo Electrónico:	cadafres_4@hotmail.com
Teléfono:	2610196 - 0990144707

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

Director de Tesis:	Ing. Walter Tene Rios, Mg. Sc.
Tribunal de Grado:	Ing. Ernel Loaiza Carrión
	Ing. Marco Reinoso, Mg.Sc
	Dr. Ramiro Vásquez, Mg.Sc.

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo a mi madre hermosa por ser la persona quien llena de ilusión mi corazón y siempre me ha educado con el ejemplo de su vida; a mi padre por sus consejos y perseverancia a conseguir lo que uno se propone; a mi hermana Verónica por su relación de hermandad desde que tengo uso de razón y su paciencia ante mi persona; a mi hermana Karlita quien con su llegada brindó a mi vida una razón ferviente e imparable de luchar, chiquita inteligente, adorable, amorosa en una palabra Única con quien he podido compartir los mejores momentos de mi vida.

Carlos Daniel

## **AGRADECIMIENTO**

Con el más sincero respeto y consideración dejo constancia de mi gratitud a la Universidad Nacional de Loja, al Área Agropecuaria de los Recursos Naturales Renovables, y sobre todo, a los maestros que contribuyeron en mi formación académica – científica, lo que permitió engrandecer mis conocimientos, para culminar con una meta plantada de vida, colaborar al agro de la Provincia de Loja.

Además mi gratitud al Sr. Ing. Walter Tene Ríos, Mg Sc, por su eficiente asesoría en todas las partes del presente trabajo, con la finalidad de culminar exitosamente esta actividad.

A mis padres y familiares, base fundamental en mi vida estudiantil, así mismo a mis amigos y compañeros del diario vivir.

## **ÍNDICE GENERAL**

<b>CONTENIDO</b>	<b>Página</b>
<b>PORTADA</b>	<b>i</b>
<b>CERTIFICACIÓN TRIBUNAL</b>	<b>ii</b>
<b>CERTIFICACIÓN DIRECTOR</b>	<b>iii</b>
<b>AUTORÍA</b>	<b>iv</b>
<b>CARTA DE AUTORIZACIÓN</b>	<b>v</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>vi</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>ix</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>x</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>3</b>
<b>2.1. SOFTWARE</b>	<b>3</b>
<b>2.2. TIPOS DE SOFTWARE</b>	<b>3</b>
<b>2.2.1. SOFTWARE DE APLICACIÓN VISUAL BASIC</b>	<b>3</b>
<b>2.2.2. BASE DE DATOS</b>	<b>4</b>
<b>2.2.3. ESTRUCTURA DE *DXF Y *INP</b>	<b>4</b>
<b>2.3. SOFTWARE DE RIEGO</b>	<b>6</b>
<b>2.2.4. DISEÑO</b>	<b>7</b>
<b>2.3. DISEÑO DE SISTEMAS DE RIEGO A PRESIÓN</b>	<b>7</b>
<b>2.4. CARACTERÍSTICAS DE SISTEMAS DE RIEGO A PRESIÓN</b>	<b>8</b>
<b>2.5. FACTORES QUE DETERMINAN LA SELECCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO A PRESIÓN</b>	<b>8</b>
<b>2.6. COMPONENTES DE UN SISTEMA DE RIEGO A PRESIÓN</b>	<b>10</b>
<b>2.7. EMISORES</b>	<b>10</b>
<b>2.7.1. TUBERÍAS</b>	<b>11</b>
<b>2.7.2. SECCIÓN DE RIEGO</b>	<b>12</b>
<b>3. METODOLOGÍA</b>	<b>14</b>
<b>3.1. MATERIALES</b>	<b>14</b>
<b>3.2. MÉTODOS</b>	<b>14</b>



<b>3.2.1. PRIMER OBJETIVO</b>	<b>14</b>
<b>3.2.2. SEGUNDO OBJETIVO</b>	<b>19</b>
<b>3.2.3. TERCER OBJETIVO</b>	<b>19</b>
<b>4. RESULTADOS</b>	<b>20</b>
<b>4.1. RESULTADOS PRIMER OBJETIVO</b>	<b>20</b>
<b>4.1.2. BASE DE DATOS PARA RIEGOCHES</b>	<b>20</b>
<b>4.1.3. RUTINAS DE PROGRAMACIÓN PARA RIEGOCHES</b>	<b>21</b>
<b>4.2. RESULTADO SEGUNDO OBJETIVO</b>	<b>36</b>
<b>4.3. RESULTADO TERCER OBJETIVO</b>	<b>47</b>
<b>5. DISCUSIÓN</b>	<b>67</b>
<b>6. CONCLUSIONES</b>	<b>70</b>
<b>7. RECOMENDACIONES</b>	<b>71</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>72</b>
<b>9. ANEXOS</b>	<b>75</b>

## RESUMEN

**La elaboración de un software para el diseño de riego a presión utilizando el lenguaje Visual Basic**, genera tecnología que facilita el cálculo, diseño y costo de materiales de los sistemas de riego a presión; el software optimiza el tiempo del diseñador, evita errores en la ejecución de los cálculos y facilita el diseño de un sistema de riego a presión. Cumple los Términos de Referencia para el desarrollo de sistemas de riego en factibilidad, permite al técnico analizar con precisión aspectos que rodean al sistema de riego para aprovechar al máximo recursos económicos, naturales y sociales; constituye una herramienta secuencial e integral; actualizada que permite de manera sencilla enlazar con los programas de diseño que se encuentra en los actuales momentos.

Contribuye al manejo sustentable del agua y el suelo en la agricultura, ya que optimiza recursos, utilizando una herramienta informática. Para lo cual se establecen los siguientes objetivos: 1) Elaborar un software para el diseño y manejo de un sistema de riego a presión (aspersión y goteo) utilizando el lenguaje Visual Basic. 2) Validar el software a través de un pilotaje con la participación de estudiantes, docentes y técnicos relacionados con el diseño de sistemas de riego. 3) Redactar un manual que contenga las explicaciones para el uso de las funciones del programa y un ejemplo de uso (Manual de Usuario).

De esta manera RIEGOCHES, autoría de Carlos Daniel Freire Serrano, cuyo nombre corresponde a un sentimiento familiar. Es el programa de Riego generado por la Universidad Nacional de Loja en su versión (V1.0. UNL. CIA)

Palabras Claves:

SR: Sistemas de Riego; User from: Usuario desde ventana; Text box: Etiqueta; Label: Cuadro de texto; Combo box: Cuadro combinado (Lista desplegable); Frame: Marco  
Command Button: Botón de comando; Multi Page: Página Múltiple

## **SUMMARY**

Elaborating a software to design a system for pressurized irrigation system using Visual Basic as the programming language, there is a purpose to create a technology that makes easier to calculate, design and to analyze the costs of the irrigation systems; with this program the time used to make calculations for this kind of installations will be reduced and the unintentional mistakes made in the calculations as well.

This project is contributes to a sustainable handling of water and soil; these parameters are considered in the execution of this thesis, the main objective of this project is: 1) To contribute to the sustainable handling of water and the soil used for agriculture by using the pressurized irrigation system (sprinkler and dripping) using Visual Basic as the informatics tool. 2) Validating the software by making an exposition with the assistance of the students, teachers and related technicians in the design of the irrigation system. 3) Writing down a manual that contains the explanations for the using of the functions of the program and an example its uses. (Users Manual).

This program is really simple and offers no difficulty to the user, giving a great handling experience. That's how RiegoChees (Program's name) will be the first irrigation program generated by a student of the Universidad Nacional de Loja

## **1. INTRODUCCIÓN.**

La provincia de Loja, por sus condiciones edafoclimáticas, recurrencia periódica de sequías y variabilidad climática, hace que el riego se constituya en un medio fundamental para dinamizar la gestión de la agricultura y con ello procurar una producción en términos de calidad, cantidad y oportunidad, en beneficio de la población rural y urbana.

En éste contexto, es necesario el aprovechamiento eficaz y eficiente de los recursos hídricos para riego, se requiere de cálculos precisos de necesidades hídricas, adecuada dimensión de la infraestructura hidroagrícola. Una alternativa viable y eficiente, son los programas computarizados; pero debe señalarse que los software en general son costosos y los de acceso libre, cubren de manera sectorial aspectos de la planificación del riego, por lo tanto no son integrales.

En base a lo indicado, el presente software determina de manera confiable y rápida los datos ingresados, generando información relacionada con la programación de riego, el dimensionamiento de los dispositivos hidráulicos a nivel terciario con el correspondiente listado de materiales, lo que finalmente mejora la eficiencia de riego y con ello se evita el desperdicio del agua, además de optimizar el rendimiento de los cultivos por unidad de superficie.

Este trabajo propiciará el fomento de futuras investigaciones, en el campo agrario bajo riego, además de que es una herramienta confiable a ser utilizada por los profesionales que se desenvuelven dentro de éste importante sector de la economía rural.

Cabe destacar que el software fue analizado y validado por los docentes, de la carrera de Ingeniería Agrícola, profesionales que se desempeñan en instituciones públicas, técnicos dedicados a la consultoría y ejecución de obras de riego, egresados y estudiantes de la carrera.

## **OBJETIVO GENERAL**

- Contribuir al manejo sustentable del agua y el suelo en la agricultura, mediante el Diseño de Sistemas de Riego a Presión (aspersión y goteo) utilizando una herramienta informática.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Elaborar un software para el diseño y manejo de un sistema de riego a presión (aspersión y goteo) utilizando el lenguaje Visual Basic.
- Validar el software a través de un pilotaje con la participación de estudiantes, docentes y técnicos relacionados con el diseño de sistemas de riego.
- Redactar un manual que contenga las explicaciones para el uso de las funciones del programa y un ejemplo de uso (Manual de Usuario).

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Software.**

Término genérico que se aplica a los componentes no físicos de un sistema informático como los programas, sistemas operativos que permiten ejecutar tareas. (RAE)

#### **2.1.1. Tipos de Software**

- Software del sistema: Es un conjunto de programas que administran los recursos de la computadora. Ejemplos: Unidad central de proceso, dispositivos de comunicaciones y dispositivos periféricos, el software del sistema administra y controla al acceso del hardware. (Wordreference)
- Software de aplicaciones: Programas que son escritos para o por los usuarios para realizar una tarea específica en la computadora. Ejemplo: software para procesar un texto, para generar una hoja de cálculo, el software de aplicación debe estar sobre el software del sistema para poder operar. (Wordreference et al)
- Software de usuario final: Es el software que permite el desarrollo de algunas aplicaciones directamente por los usuarios finales, el software del usuario final con frecuencia tiene que trabajar a través del software de aplicación y finalmente a través del software del sistema. (Wordreference et al)

#### **2.1.2. Software de Aplicaciones Visual Basic.**

Es el lenguaje de macros de Microsoft Visual Basic que se utiliza para programar aplicaciones Windows y que se incluye en varias aplicaciones Microsoft. VBA permite a usuarios y programadores ampliar la funcionalidad programas de la suite Microsoft Office. Visual Basic para Aplicaciones es un subconjunto casi completo de Visual Basic 5.0 y 6.0. (Wordreference et al)

Prácticamente cualquier cosa que se pueda programar en Visual Basic 5.0 o 6.0 se puede hacer también dentro de un documento de Office, con la sola limitación que el producto final no se puede compilar separadamente del documento, hoja o base de datos en que fue creado; es decir, se convierte en una macro (o más bien súper macro). Esta macro puede instalarse o distribuirse con sólo copiar el documento, presentación o base de datos. Su utilidad principal es automatizar tareas cotidianas, así como crear aplicaciones y servicios de bases datos para el escritorio. (Wordreference et al)

### **2.1.3. Base de Datos**

Las bases de datos son una colección organizada de información dividida en campos los cuales nos proporcionan datos detallados e individuales de un universo de datos. La estructura lógica de una base de datos se puede ver por una tabla compuesta por columnas y filas, en las cuales las columnas definen a los campos y las filas el número de datos que existe en la tabla. (Rodriguez 2013)

Las bases de datos tradicionales se organizan por campos, registros y archivos o listas. Un campo es una pieza única de información; un registro es un sistema completo de campos; y un archivo es una colección de registros. (Rodriguez et al 2013)

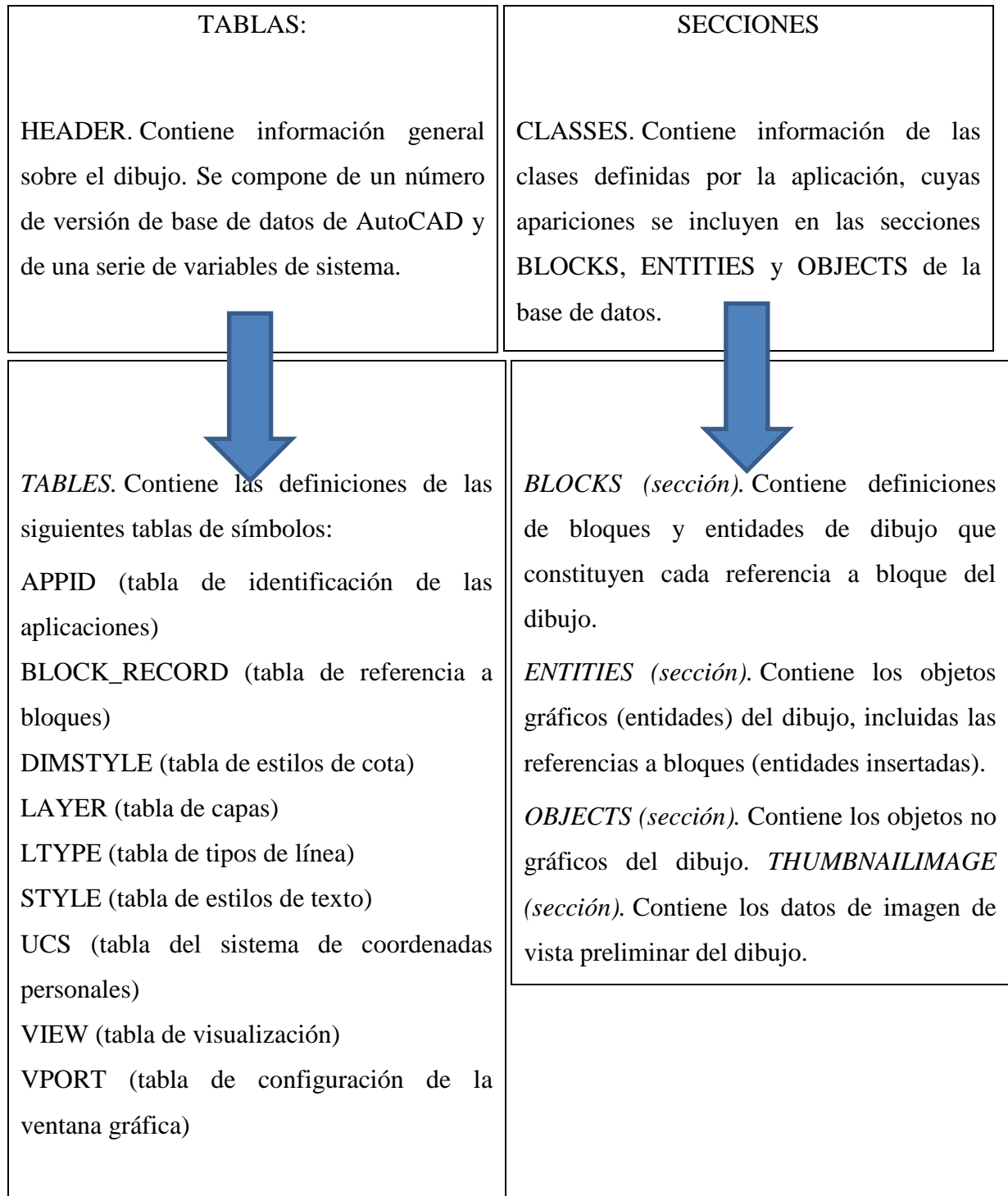
### **2.1.4. Estructura de \*DXF y \*INP**

Los archivos DXF, INP se componen fundamentalmente de pares de códigos y valores asociados. Los códigos, denominados códigos de grupo, indican el tipo de valor que les sigue. Mediante estos pares de códigos de grupo y valores, los archivos DXF, INP se organizan en secciones compuestas de registros que constan de un código de grupo y un elemento de datos. Cada código de grupo y su valor ocupan su propia línea en el archivo DXF, INP. (Autocad Exchange)

Cada sección comienza con un código de grupo 0 seguido de la cadena SECTION. A continuación aparece un código de grupo 2 y una cadena que indica el nombre de la sección (por ejemplo, HEADER). Cada sección se compone de códigos de grupo y valores que definen sus elementos y termina con un 0 seguido de la cadena ENDSEC. (Autocad Exchange et al)|

Para entender mejor esta estructura, puede resultar de utilidad generar un archivo DXF, INP a partir de un dibujo pequeño, imprimirlo y tomarlo como referencia mientras lee la información que se proporciona en esta sección. (Autocad Exchange et al)

La organización general de los archivos DXF, INP se constituye por códigos de grupo, los más comunes son:





## 2.2. Software de Riego.

Debido al avance de la tecnología existen software de riego disponibles en el mercado, que son elementos de apoyo para el diseñador presento lista de los más comunes.

Software	Finalidad	Obtención
CROPWAT	Programación de Riego.	Libre
TLALOC	Diseño de Laterales Riego	Libre
NAANDANJAIN	Pérdidas de Carga en Tuberías.	Libre.
CASSIOPERA	Pérdidas de Carga en Tuberías.	Libre
IRRIMETZER	Pérdidas de Carga en Tuberías.	Licencia
DDSAT	Planificación de cultivos.	Libre
ACUACROP	Planificación de cultivos.	Libre
RILO	Diseño de Riego por Goteo.	Libre
IRRIGA	Redes Hidráulicas.	Licencia
WCADI	Riego Parcelario.	Licencia
GESTAR	Diseño y Operación de Riego	Licencia
EPANET	Modelación Hidráulica	Libre
WATERCAD	Modelación Hidráulica	Libre
KGOTEO	Diseño de Riego por Goteo.	Licencia
ACROREADER	Programación de Riego	Libre
HYDROCAL	Programación de Riego	Libre
HIDRUS	Programación de Riego	Libre
ARIDLAN	Programación de Riego y Riego Surcos	Libre

Cuadro 1. Software de Riego a Presión Existentes.

### **2.3. Diseño.**

Actividad creativa y técnica encaminada a idear objetivos útiles y estéticos que pueden llegar a producirse en serie. (RAE)

### **2.4. Diseño de Sistemas de Riego a Presión.**

Sistema de riego a presión es un conjunto de tuberías y accesorios, así como de técnicas y metodologías, que permitan el control, conducción y distribución del agua, proveniente de una fuente de abastecimiento hasta su aplicación al suelo (donde se ubican las plantas), en forma eficiente oportuna y en la cantidad adecuada, para restituir la humedad consumida por la planta y satisfacer la demanda evapotranspirativa del cultivo. (Arteaga, 1990)

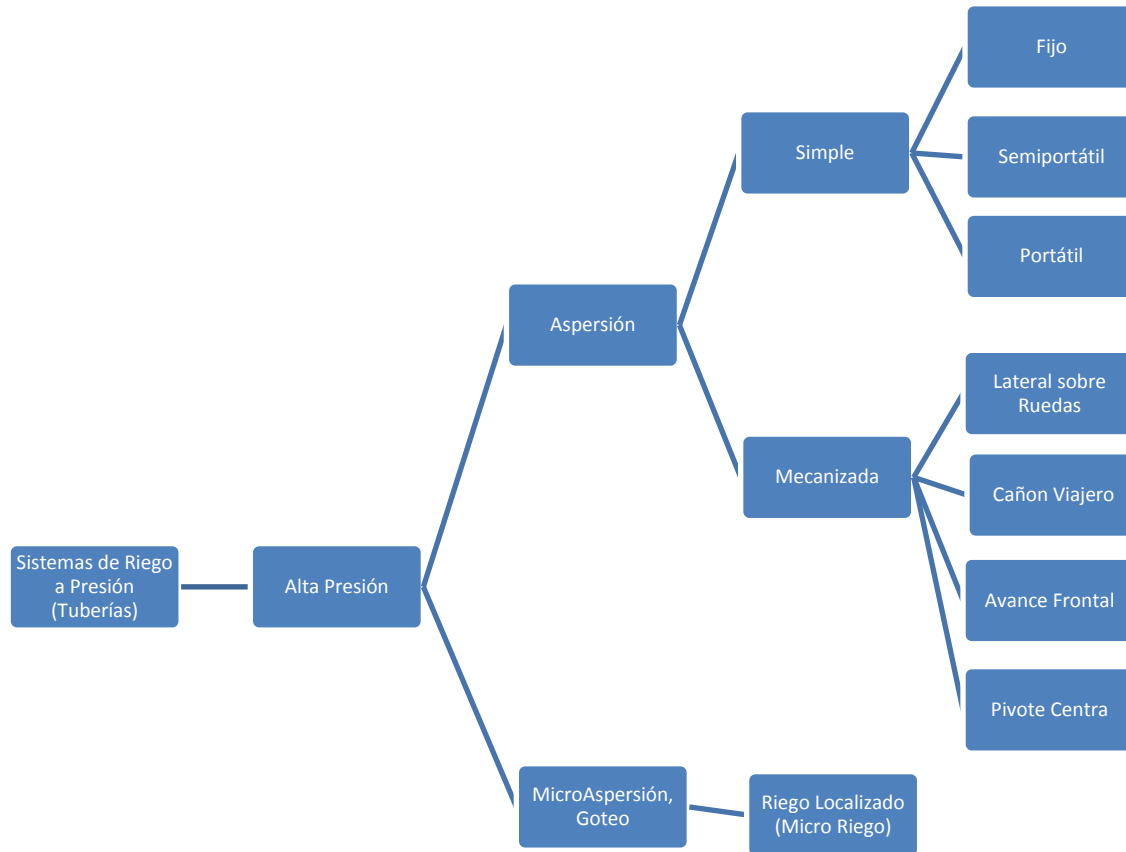
El riego a presión consiste en la aplicación de agua sobre la superficie del suelo o bajo este, utilizando tuberías a presión y diversos tipos de emisores, de manera que solo se moja una parte del suelo. (SAGARPA, 2010)

La aplicación del agua es directamente en la zona de raíces en intervalos cortos de tiempo, de acuerdo con las necesidades hídricas de los cultivos y con la capacidad de retención de humedad del suelo. Relación entre la velocidad de aplicación pluviometría del sistema y capacidad de infiltración, posible deterioro de la superficie del terreno por el impacto de las gotas, uniformidad de distribución en superficie y su gran dependencia de la acción del viento, redistribución del agua dentro del suelo, mejorar la uniformidad de caída del agua. (SAGARPA, et al 2010)

Se pueden clasificar según el caudal que proporcionan los emisores de riego: riego por goteo en los que el gasto por punto de emisión o metro lineal de manguera es inferior a los 20 lph y riego por microaspersión en los que el gasto de emisión es inferior a los 200 lph. (SAGARPA, et al 2010)

## 2.5. Características de Sistemas de Riego a Presión.

Los sistemas de riego a presión pueden caracterizarse de la siguiente forma:



Esquema 1. Caracterización de los Sistemas de Riego. Fuente: Eduardo Arteaga Tovar. 1990

## 2.6. Factores que determinan la Selección del Sistema de Riego a Presión.

La selección y diseño del sistema de riego está en función de las características propias de cada sitio (clima, suelo, cultivo, fuente de agua, entre otros), que son parte fundamental en el diseño agronómico e hidráulico del sistema. Una buena selección del sistema de riego permitirá obtener una alta uniformidad de emisión y como consecuencia aumentar la eficiencia de aplicación durante la operación del sistema. Una mala selección del método y sistema de riego provocará grandes dificultades para su diseño y su operación. (SAGARPA, 2010)

Para poder efectuar una adecuada selección y decisión sobre el tipo de sistema de riego presurizado, una vez que se ha detectado la necesidad de tecnificar el riego en zonas que actualmente lo tienen con notables deficiencias, es recomendable considerar los siguientes factores. (Arteaga, 1990)

- **Economía:** Desde el punto de vista del productor, se puede decir que el aspecto económico es determinante para la selección del sistema de riego a utilizar, y puede considerarse en todos los casos el principal instrumento de decisión. Cuando el costo del agua es alto, deberán establecerse sistemas de riego que garanticen altas eficiencias como la aspersión o el goteo, además se debe tener en cuenta la inversión inicial, se deben considerar los costos de operación y mantenimiento, para decidir sobre la alternativa más ventajosa. (Arteaga, et al 1990)

- **Cultivo:** El método de riego seleccionado y diseñado para un predio, debe satisfacer la demanda máxima de agua de los cultivos. Los cultivos en hileras se pueden regar con los sistemas de aspersión y goteo. Los frutales se pueden regar con sistemas de goteo o microaspersión. Se presentan ventajas relativas en condiciones especiales, como el caso de las hortalizas de alto valor económico regadas con sistemas de goteo, por la facilidad de aplicar agroquímicos y riego con alta uniformidad; así como el riego de frutales con sistemas de microaspersión. (SAGARPA, 2010)

- **Suelo:** Para seleccionar el método de riego que permita un manejo eficiente del agua, es necesario conocer la textura del suelo para determinar la velocidad con que el agua se infiltra en el suelo, así como su capacidad de retención de humedad. Ambas variables dependen de la textura del suelo. En suelos con velocidad de infiltración básica alta (mayor de 4.0 cm/h), los métodos de riego por aspersión y goteo permiten obtener fácilmente altas eficiencias. En suelos con velocidad de infiltración básica media (de 1 a 2cm/h) se puede emplear cualquier método de riego. Con el riego presurizado se pueden aplicar láminas de riego pequeñas con intervalos cortos de tiempo; como los suelos de baja capacidad de retención sólo pueden recibir láminas pequeñas de riego, este método se adapta a este tipo de suelos. (SAGARPA, et al 2010)

- **Agua:** La disponibilidad del agua determina en cuanto al sistema de riego a utilizar así, caudales muy reducidos hacen inaplicable el riego por gravedad, tanto por las bajas eficiencias, como por incidir en el tiempo de riego y costo de la mano de obra también tratándose de caudales relativamente grandes pero disponibles en el predio por periodos cortos de tiempo como es el caso más común de los turnos de riego, aspecto que limita el establecimiento de sistemas de riego presurizado, por la gran capacidad que requerirían para regar el predio en un tiempo reducido, salvo que económicamente fuera posible la construcción de un tanque regulador , que sería también una solución para el caso de los bajos caudales mencionados haciendo factible el riego por gravedad. (Arteaga, 1990)
  
- **Topografía:** La pendiente afecta la selección del método de riego, ya que influye en la velocidad de desplazamiento del agua sobre la superficie del suelo y en los problemas de erosión. Si la pendiente general es ligera (menor de 1.5%), se puede emplear cualquiera de los tres métodos de riego subsuperficial, superficial o presurizado. En terrenos con pendiente pronunciada (mayor de 1.5%), se recomienda usar métodos presurizados, debido al fácil control del agua. (SAGARPA, 2010)

## **2.7. Componentes de un Sistema de Riego a Presión.**

A continuación se describen los componentes de los sistemas de riego presurizado y algunos aspectos de su funcionamiento hidráulico, útiles para su diseño del software. (SAGARPA, et al 2010)

### **2.7.1. Emisores**

Los emisores son dispositivos hidráulicos para aplicar el agua a los cultivos. Son goteros, microaspersores, borboteadores y aspersores. Funcionan como orificios, microtubos cortos con flujo turbulento o transicional y se representan hidráulicamente de acuerdo con la ecuación de la relación carga-gasto. (SAGARPA, et al 2010)

- **Goteros**

Pueden ser: orificios en la pared de la tubería, conductos de trayectoria larga con cambios de dirección, vórtices, combinaciones, y otras formas geométricas para generar turbulencia en el flujo y pérdidas de energía. Los goteros pueden tener un dispositivo para regular la presión y suministrar gasto constante. (SAGARPA, et al 2010)

Se usan generalmente en tuberías regantes o cintillas para cultivos en hileras, formando franjas de humedecimiento a lo largo del cultivo. (SAGARPA, et al 2010)

- **Microaspersores**

Son orificios con deflectores para suministrar agua en forma de lluvia, existen microaspersores con piezas fijas y móviles; pueden tener dispositivo de regulación de presión para terrenos ondulados. Los patrones de mojado dependen del tipo de aspersor y deflector que se usen. Se usan en cultivos de frutales, en floricultura, dentro de invernaderos y en almacigos. (SAGARPA, 2010)

### **2.7.2. Tuberías**

- **Tuberías regantes**

Las tuberías regantes son aquellas que tienen integrados los emisores para riego y suministran el agua a los cultivos. Se clasifican hidráulicamente como tuberías con salidas múltiples. Las pérdidas de carga en las tuberías con salidas múltiples se calculan con el gasto total que entra en la tubería y se le aplica el coeficiente de salidas múltiples correspondiente al número de emisores que tiene la tubería. (SAGARPA, et al 2010)

Se considera que la diferencia de gastos, entre el primer y el último emisor, no debe ser mayor que el 10% del gasto del último emisor. (SAGARPA, et al 2010)

En riego localizado, la diferencia debe ser entre el último emisor y el primero de la sección de riego. (SAGARPA, et al 2010)

- **Tuberías distribuidoras o distribuidores**

Los distribuidores son las tuberías que suministran el agua a las tuberías regantes y funcionan como tuberías con salidas múltiples. (SAGARPA, et al 2010)

Tienen pérdidas de energía por fricción y localizadas en las uniones de las regantes y en las conexiones de tubos del distribuidor. De acuerdo con los sistemas de riego pueden ser de policloruro de polivinilo (PVC) o aluminio. (SAGARPA, et al 2010)

- **Tuberías de conducción**

Son el conjunto de tuberías que permiten conducir el agua desde la fuente de abastecimiento hasta las secciones de riego. (SAGARPA, 2010)

Generalmente funcionan como tuberías simples, con pérdidas de carga por fricción y accidentes en accesorios. (SAGARPA, et al 2010)

Para el diseño se toman en cuenta los desniveles del terreno, como carga hidráulica potencial. Las tuberías de conducción generalmente son de PVC (con diámetros de 100, 110 y 160 mm), de fierro y asbesto-cemento. (SAGARPA, et al 2010)

### **2.7.3. Sección de riego**

- **Sección de riego**

El conjunto de tuberías regantes, conexiones y distribuidores regulados por una unidad de control autónoma es una sección de riego. (SAGARPA, et al 2010)

Las secciones de riego deben suministrar el agua al cultivo con diferencias de gasto entre emisores, menor del 10% que generalmente corresponde a una diferencia de presiones entre esos emisores, del 21% de la carga de operación. (SAGARPA, et al 2010)

- **Cabezal de control**

El cabezal de control tiene como funciones: a) controlar y medir el gasto y la presión del sistema de riego; b) dosificar los agroquímicos y c) filtrar el agua. Para cumplir sus funciones, los cabezales de control se componen de equipo control, dosificador de agroquímicos, filtros y accesorios. En seguida se describen algunos de estos dispositivos y accesorios. (SAGARPA, et al 2010)

- **Filtros**

Son dispositivos que sirven para retener partículas en suspensión que pueden taponar el sistema de riego. Consisten en una pared separadora cuyos poros o áreas de paso son más pequeños que las partículas que se deben separar. El agua, al pasar por el filtro, genera una pérdida de carga. Conforme se ensucia o se va acumulando material que no pasa por

el filtro, se reduce el área de paso del agua y se aumenta la pérdida de carga por lo que deben lavarse con frecuencia. (SAGARPA, 2010)

- **Accesorios**

Son dispositivos que sirven para hacer conexiones entre las partes del sistema de riego. Pueden ser: coples, niples, reducciones, ampliaciones, codos, tees, etc. Todos generan pérdidas localizadas de carga hidráulica. (SAGARPA, et al 2010)



### **3. METODOLOGÍA.**

#### **3.1. MATERIALES.**

**Hardware:** Computadora, Accesorios y GPS.

**Software:** Sistema Operativo Windows, Auto Cad (librerías), Microsoft Excel, Visual Basic 6.0., Visual Basic Aplicación Excel, Epanet (Librerías)

#### **3.2. MÉTODOS**

##### **3.3.1. Primer Objetivo.**

*Elaborar un software para el diseño y manejo de un sistema de riego a presión (aspersión y goteo) utilizando el lenguaje Visual Basic.*

✓ Sistema de Riego.

1. Para la construcción del software fue necesario recopilar y ordenar información, recolectando lo siguiente:

Clima: de estaciones agroclimáticas de la provincia de Loja, las variables recolectadas son: (Temperatura), Velocidad del Viento, Nubosidad, Horas de Luz, radiación extraterrestre y precipitación.

Suelos: características del suelo según su textura, parámetros capacidad de campo, punto de marchitez permanente, velocidad de infiltración y densidad aparente.

Cultivos: Análisis de los cultivos más sembrados en la provincia y épocas de siembra.

Accesorios y Tuberías: Características de emisores (aspersores y goteros), parámetros recolectados caudal, presión, costo; tuberías se recolectó diámetros internos externos y presión, además de accesorios como aditivos, codos, collarines, filtros, rompe presiones, universales y válvulas.

La estructura de entrada de la base de datos es la siguiente:

Campo	Descripción
Registro	Lista

Cuadro. 2 Estructura de ingreso a la base de datos.

Campo (Descripción), Tipo (texto), Ancho ( 30 ), Promedio dígitos (0 – 9), Contenido (descripción), Finalidad (Identificar).

Campo (Registro) Tipo (texto), Ancho ( 30 ), Promedio dígitos (0 – 9), Contenido (descripción), Finalidad (Ordenar).

Campo (Lista): Registro: Tipo (numérico), Ancho ( 8 ), Promedio dígitos (0 – 5), Contenido (descripción), Finalidad (datos).

2. Se ingresó las fórmulas correspondientes al diseño agronómico e hidráulico, sistemas de riego a goteo y aspersión; se las validó articulándolas con la base de datos evitando errores. La secuencia de las fórmulas es la siguiente: Diseño Agronómico: (Evapotranspiración, Evapotranspiración del Cultivo, Precipitación Efectiva, Necesidades Netas de Riego, Lámina de Riego, Frecuencia de Riego, Lámina de Riego Corregida, Lámina de Riego a Aplicar), Diseño Hidráulico; (Caudal Continúo, Caudal Permanente, Caudal de Diseño, Cálculo de Pérdidas de Carga, Cálculo de golpe de Ariete, Dimensionamiento de Tuberías), Aspersión: (Precipitación Horaria, Separación entre Aspersores, Superficie Húmeda Asegurada por el Aspersor, Tiempo de Riego, Número de Aspersores) Goteo: (Necesidades Netas de Riego Corregidas, Coeficiente corrector por Advención, Necesidades Totales de Riego, Número de Emisores por Planta, Superficie Mojada por Emisor).

La estructura de entrada es la siguiente:

Campo 1: Base de Datos	Campo 2: Ingreso de Datos	Campo 3: Constantes	Campo 4: operación matemática	Campo 5: Resultado
------------------------	---------------------------	---------------------	-------------------------------	--------------------

Cuadro 3. Estructura de ingreso de fórmulas.

3. Ingresada toda la información, es necesario establecer la ruta programática que permita establecer la secuencia que debe poseer el software para realizar el diseño de sistemas de riego a presión. El mismo está indicando en los siguientes flujogramas.

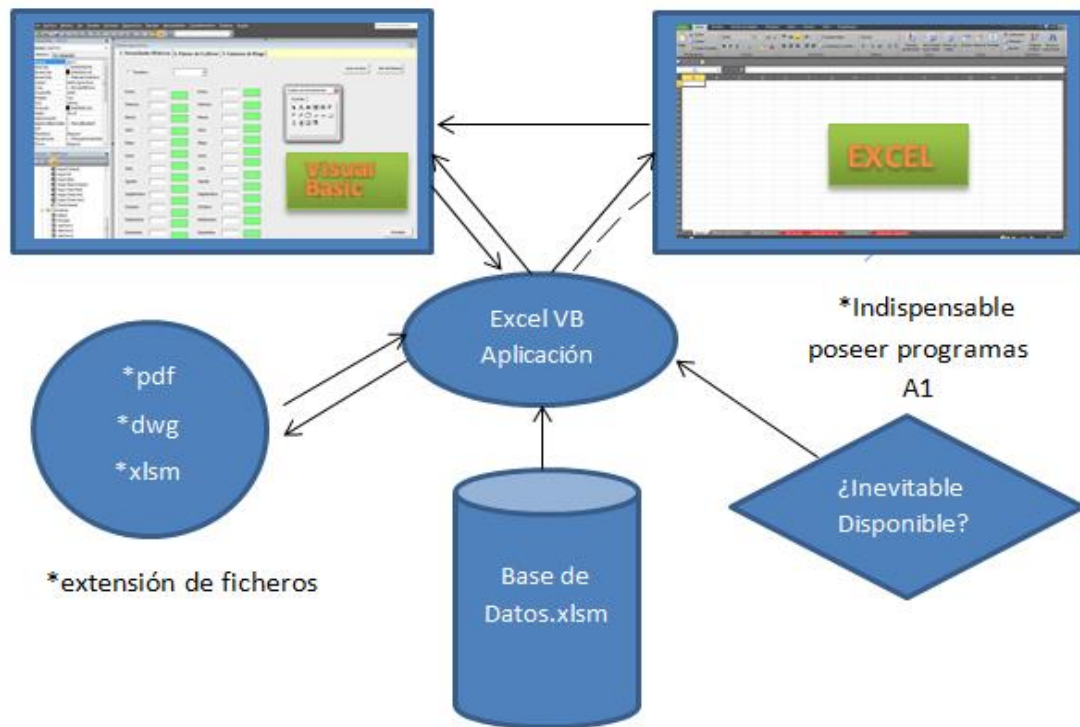


Figura 2. Esquema para el proceso programático del Software, para el Diseño de Riego a Presión RIEGOCHES.

El esquema de la figura 2 establece, la secuencia metodológica de programación del software, en donde se analiza, que la base de datos se interrelaciona con los programas de diseño y ejecución, está íntimamente relacionada con las extensiones; mientras que la figura 3, nos indica la secuencia que cumple el programa para mostrar los resultados, para ser ejecutado de manera integral a fin de obtener el diseño del software, lo que permitirá tener clara la ejecución.

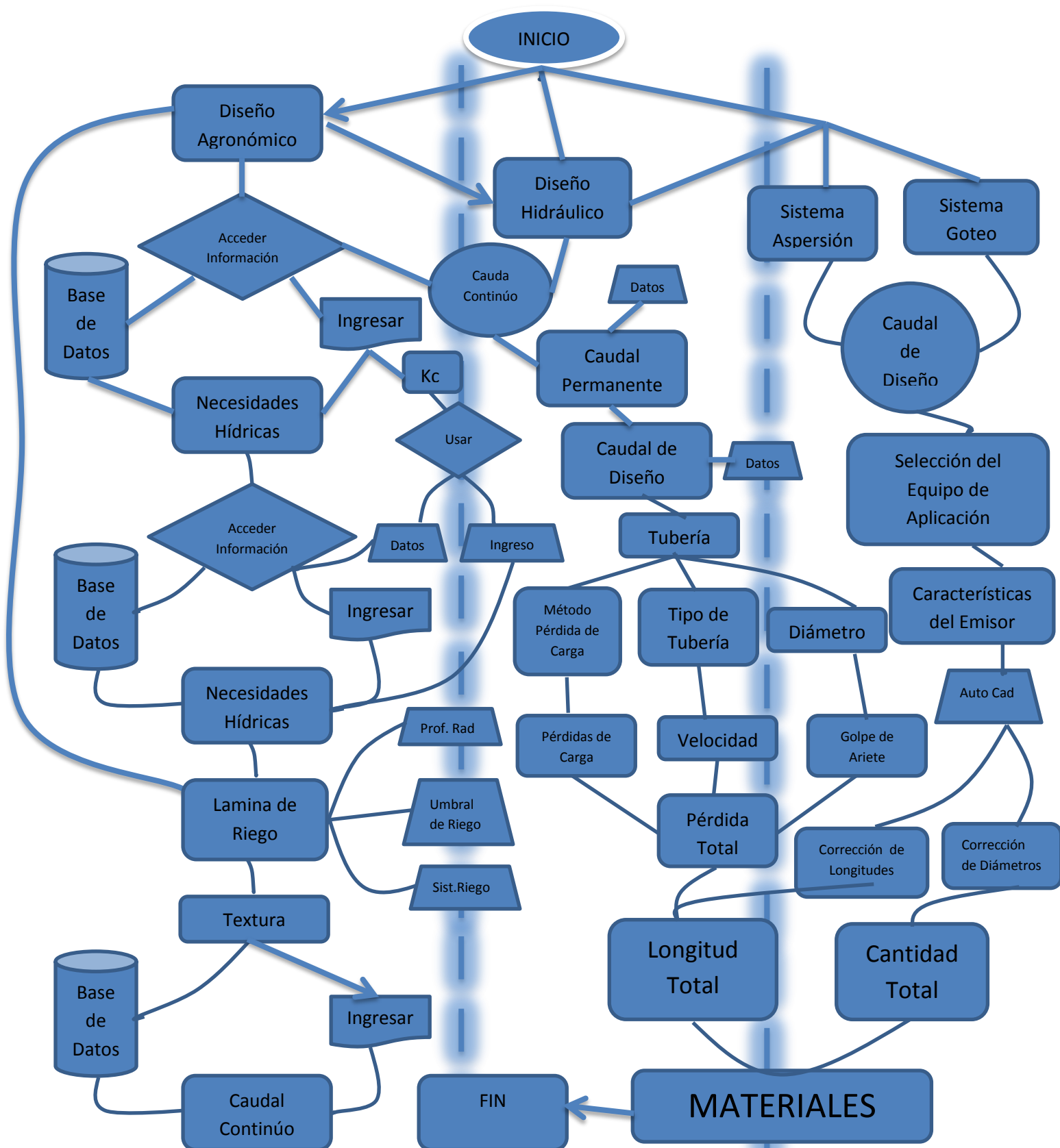


Figura 3. Esquema para el proceso constructivo de la interfaz del Software de de Riego a Presión.RIEGOCHES

4. Una vez culminada la validación de fórmulas, establecida la secuencia programática y proceso constructivo, se procedió al diseño estético del *User Form*, para el mismo se eligió *Text Box* para la descripción de los resultados, *Label* para mostrar los resultados calculados, *Command Button* para ejecutar los comandos, *Combo Box* para listas desplegables, *Multi Page* para separar ítems de cálculo y *Frame* para otorgarle un diseño agradable a la *User Form*.
5. Para ser posible la visualización de los *Label*, fue necesario usar los siguientes comandos: *For, Round, Caption, MsgBox*; una vez desarrollado se comprobó que todos los resultados sean correctos.
6. Para el ingreso de información de cultivos, frecuencia de riego y accesorios se utilizó los siguientes comandos: *Active, Sheet, Used, String, MsgBox*.
7. Interrelación de los *User Form*, para que el usuario navegue sin problema en el software. se usaron los comandos siguientes: *Hide, Show*.
8. Para guardar y continuar los siguientes comandos: *Active, Workbook, Save*.
9. Para ingresar coordenadas desde Excel al software los comandos usados fueron. *ThisWorkbook, Sheets, Application, Cut, Copy, Mode, Close, Range*.
10. Para dibujar perfiles y hacer simulaciones hidráulicas, los comandos usados fueron: *Print, For, if, Write*.
11. Para exportar los resultados en PDF se usaron los siguientes comandos: *xlQualityStandard, IncludeDocProperties, IgnorePrintAreas, OpenAfterPublish*.

### **3.3.2. Método para el Segundo Objetivo.**

Validar el software a través de un pilotaje con la participación de estudiantes, docentes y técnicos relacionados con el diseño de sistemas de riego.

- Se estipuló los parámetros de validación tales como: ejecución científica (Cálculos), ejecución teórica (criterios), ejecución programática, diseño estético, y presentación de resultados.
- Se eligió el talento humano para la validación según la experiencia en sistemas de riego; priorizando los siguientes campos: docentes, técnicos, egresados y alumnos.
- Se remitió un oficio solicitando en el término de 8 días se digne revisar el software, al mismo se adjuntó un CD y el manual del usuario.

### **3.3.3. Método para el Tercer Objetivo.**

Redactar un manual que contenga las explicaciones para el uso de las funciones del programa y un ejemplo de uso (Manual de Usuario).

- Se ejecutó el software con un caso real de riego y se capturó las imágenes en el transcurso de la ejecución.
- Seguidamente con la opción Formas de Microsoft Word se especificó los pasos para su ejecución.

## 4. RESULTADOS.

### 4.1. Resultado Primer Objetivo:

Elaborar un software para el diseño y manejo de un sistema de riego a presión (aspersión y goteo) utilizando el lenguaje Visual Basic.

#### 4.1.1. Base de datos, para el cálculo de sistemas de riego.

La estructura de la base de datos almacena la información de manera ordenada y de fácil acceso y comprensión.

La base de datos posee los siguientes componentes y está estructurada de la siguiente forma: (Anexo1)

N°	Nombre	Estructura		Recopilada
1	Clima <sup>1</sup>	Meses/Estación	Estación	Proyecto Binacional Catamayo Chira, INAMHI (Anuarios)
		Meses	Valores	
2	Suelos	Textura/Propiedades Físicas	Propiedades Físicas	USDA.
		Textura	Valores	
3	Cultivos	Meses/cultivo	Meses	FAO Publicación N° 56.
		Cultivo	Kc	
4	Accesorios y Tuberías	Accesorio/Características	Características	Catálogos Plastigama, Netafin.
		Accesorio	Valores	

Cuadro 4. Base de Datos del Software RIEGOCHES

<sup>1</sup> Se considera valores medios del clima.

#### 4.1.2. Rutinas de Programación para el Diseño de Sistemas de Riego a Presión Software RIEGOCHES.

- ✓ Rutina para hacer visibles los valores en el text box:

```
For i = 1 To 12  
Me.Controls("Lbl_ET_" & i).Caption = Round(Hoja17.Cells(13 + i, 2).Value, 2)  
Me.Controls("Lbl_PE_" & i).Caption = Round(Hoja17.Cells(13 + i, 6).Value, 2)  
Next i  
Exit Sub
```

- ✓ Rutina para ingreso de información de cultivos y frecuencia de riego y accesorios de riego.

```
Dim cultivo As String  
Dim Kc1 As String  
Dim Kc2 As String  
Dim Kc3 As String  
Dim Kc4 As String  
Dim ultima As Double  
Kc1 = TextBox2.Value  
Kc2 = TextBox3.Value  
Kc3 = TextBox4.Value  
Kc4 = TextBox5.Value  
ultima = ActiveSheet.UsedRange.Row - 1 + ActiveSheet.UsedRange.Rows.Count  
Hoja36.Cells(ultima + 1, 1) = cultivo  
Hoja36.Cells(ultima + 1, 2) = Kc1  
Hoja36.Cells(ultima + 1, 3) = Kc2  
Hoja36.Cells(ultima + 1, 4) = Kc3  
Hoja36.Cells(ultima + 1, 5) = Kc4  
MsgBox "Se Guardó su Cultivo"
```



- ✓ Rutina para la interrelación de los User From, para llamar ventanas durante la ejecución.

```
menu1.Hide  
Principal.Show
```

- ✓ Rutina para guardar y continuar.

```
Dim fichero As String  
fichero = "c:\RiegoChess\RiegoChess.xlsm"  
ActiveWorkbook.Save  
MsgBox "Se Guardó su Diseño Agronómico con ÉXITO"
```

- ✓ Rutina para ingresar coordenadas desde Excel al software para el cálculo de tuberías.

```
Dim XL As Workbook  
'MsgBox ("Abra el archivo Excel de donde podamos Importar las Coordenadas.")  
'Dim XL As New Excel.Application  
Application.ScreenUpdating = False  
Set XL = Workbooks.Open("c:\RiegoChess\Conducción.xlsx")  
XL.Sheets("Hoja1").Activate  
ActiveSheet.Range("A1:D1000").Select  
Selection.Copy  
ThisWorkbook.Activate  
Sheets("coordenadas").Select  
Range("C2:F1000").Select  
ActiveSheet.Paste  
Application.CutCopyMode = False  
XL.Close  
Application.ScreenUpdating = True
```

- ✓ Rutina para exportar los resultados a EPANET.

```
Public Sub ExportarINP() 'rutina para exptrar a INP
    Dim i As Integer
    Dim numtt As Double
    REPOR = Application.GetSaveAsFilename("Red de EpaNET", "Archivo de
        EpaNET, *.inp")
    Open REPOR For Output As #2
    Print #2, "[Title]"
    Print #2,
    Print #2, "[JUNCTIONS]"
    Print #2, ";ID Nudo", "Cota", "Demanda", "Curva de Modulac."
    'MsgBox Selection.Column
    For i = 9 To Cells(4, 39) + 7
Print #2, Cells(i, 38), Cells(i, 41), Cells(i, 42), ";" 'NUDO,COTA,DEMANDA
        If Cells(i - 1, 47).Value = 1 Then ' si hay reservorio
            Print #2, Cells(i, 38) & "_V", Cells(i, 41), "0", ";" 'NUDO,COTA,DEMANDA
            Print #2, "[RESERVOIRS]"
            Print #2, ";ID Nudo", "Cota", "Curva de Modulac."
            Print #2, Cells(8, 38), Cells(8, 41), ";"
            Print #2,
            Print #2, "[TANKS]"
            Print #2, ";ID Nudo", "Cota", "NivelIni", "NivelMín", "NivelMáx", "Diámetro",
                "VolMín", "CurvCubic"
            Print #2,
            Print #2, "[PIPES]"
            Print #2, ";ID Línea", "Nudo1", "Nudo2", "Longitud", "Diámetro", "Rugosida",
                "PérdMen", "Estado", "Estado"
            For i = 9 To Cells(4, 39) + 7
                If Cells(i - 1, 47).Value <> 1 Then ' si no hay reservorio
Print #2, Cells(i, 43), Cells(i, 37), Cells(i, 38), Round(Cells(i, 44), 3), Cells(i, 45),
                    Cells(i, 46), 0, "OPEN", ";"
                Else
```

```

Print #2, Cells(i, 43), Cells(i, 38), Cells(i, 38) & "_V", Round(Cells(i, 44), 3),
Cells(i, 45), Cells(i, 46), 0, "OPEN", "; " Nudo1 ==> Nudo2_V ; Nudo2 ==>
Print #2, ";ID línea", "NudoAsp", "NudoImp", "Parámetros"

Print #2,
Print #2, "[VALVES]"
Print #2, ";ID línea", "NudoAgArr", "NudoAgAbj", "Diámetro", "Tipo",
"Consigna", "PérdMen"
For i = 9 To Cells(4, 39) + 7
If Cells(i - 1, 47).Value = 1 Then ' si hay reservorio
Print #2, "VT_" & Cells(i, 43), Cells(i, 37), Cells(i, 38) & "_V", Cells(i, 45),
"PRV",
Print #2, "[TAGS]"
Print #2,
Print #2, "[DEMANDS]"
Print #2, ";ID Nudo", "Demanda Base", "Curva Modulación", "Tipo Demanda"
Print #2,
Print #2, "[STATUS]"
Print #2, ";ID línea", "Estado/Consigna"
Print #2,
Print #2, "[PATTERNS]"
Print #2, ";ID Curva", "Multiplicadores"
Print #2,
Print #2, "[CURVES]"
Print #2, ";ID Curva", "Valor X", "Valor Y"
Print #2, ";ID Nudo_Caud", "Coeficiente"
Print #2,
Print #2, "[Quality]"
Print #2, ";ID Nudo", "Calidad Inicial"
Print #2,
Print #2, "[SOURCES]"
Print #2, ";ID Nudo", "Tipo", "Calidad", "Curva Modul"
Print #2,
Print #2, "[REACTIONS]"

```

Print #2, ";Tipo", "Tub/Depós", "Coeficiente" Print #2,		
Print #2, "[REACTIONS]" Print #2, "Order Bulk", 1 Print #2, "Global Bulk", 0 Print #2, "Global Wall", 0 Print #2, "Limiting Potencial", 0 Print #2, "Roughness" Print #2, "Hydraulic Timestep", Print #2, "Quality Timestep", Print #2, "Patter Timestep", Print #2, "Pattern Start", "0:00" Print #2, "Report Timestp", "1:00" Print #2, "Report Star", "0:00"		Print #2, "start Clock Time", Print #2, "Statistic", "None" Print #2, "[OPTIONS]" Print #2, "Units", "LPS" Print #2, "Headloss", "H-W" Print #2, "Specific Gravity", 1 Print #2, "Viscosity", 1 Print #2, "Emitter Exponent", 0.5 Print #2, "Diffusivity", 1 Print #2, "Tolerance", 0.01 Print #2,
Print #2, "[COORDINATES]" Print #2, ";ID Nudo", "Coord X", "Coord Y" For i = 8 To Cells(4, 39) + 7 Print #2, Cells(i, 38), Cells(i, 39), Cells(i, 40) If Cells(i - 1, 47).Value = 1 Then ' si hay reservorio Print #2, Cells(i, 38) & "_V", Cells(i, 49), Cells(i, 50) Print #2, Print #2, ";ID Línea", "Coord X", "Coord Y" Print #2, Print #2, "[LABELS]" Print #2, ";Coord X", "Coord Y", "Rótulo y Nudo Anclaje" For i = 8 To Cells(4, 39) + 7 If Cells(i, 42).Value <> "" Then ' si hay demanda Print #2, Cells(i, 39) + 3, Cells(i, 40), "Q:" & Cells(i, 42).Value & "L/s" Print #2, "[BACKDROP]" Print #2, "DIMENSIONS", Cells(2, 39) - 3, Cells(2, 40) - 3, Cells(3, 39) + 3, Cells(3, 40) + 3 Print #2, "UNITS", "None"		

Print #2, "FILE" Print #2, "OFFSET", 0, 0
Print #2, Print #2, "[END]" Print #2, Close #2 End Sub

La simulación hidráulica, ofrece que el diseñador analice presiones, caudales, velocidades y estados de tubería en cada punto; RIEGOCHESSE ofrece estos resultados para que el diseñador tenga elementos de juicio a la hora de definir sus propuestas. Tal como se muestra en la figura 4, la red indica en cada punto topográfico el caudal.

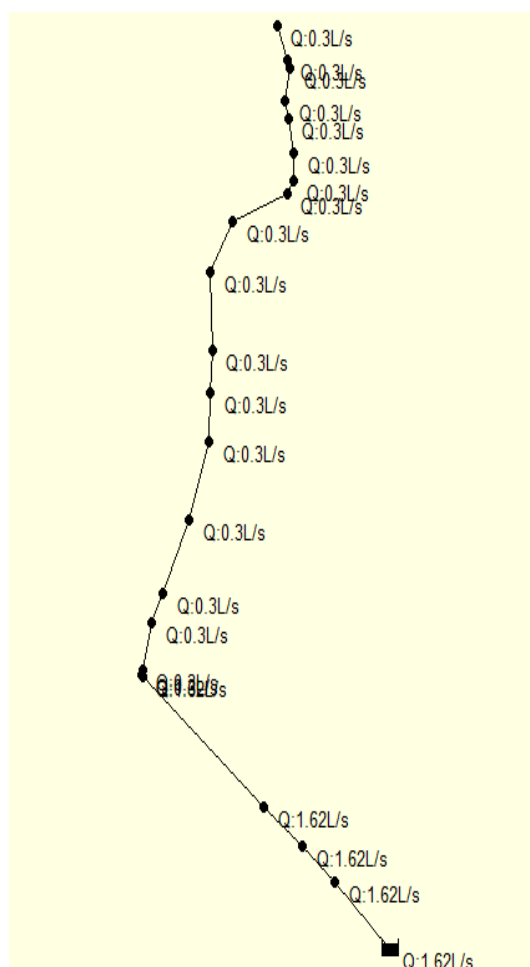


Figura 4: Modelación Hidráulica en EPANET realizada por RIEGOCHESSE.

✓ Rutina para dibujar el perfil de la red de tubería en AUTOCAD

Dim Archivo As String Dim Ex As Double ' Escala en x Dim Ey As Double ' Escala en y Dim FEX As Double Dim W As Integer ' Número total de datos W = 0: Miny = 0: Maxy = 0: AMAX = 0 f = ActiveCell.Row Archivo = Frm_perfiles.Tx_nombre Ex = Val(Frm_perfiles.Tx_EX) Ey = Val(Frm_perfiles.Tx_EY) rany = Val(Frm_perfiles.TX_rango) Print #1, Format(XX) ' COORDENADA X Print #1, Format(CT) ' COORDENADA Y		
Write #1, 30 Write #1, 0 Write #1, 40 Print #1, Format(TT) Write #1, 1 Print #1, Format(Y) Write #1, 50 Write #1, 90 Write #1, 41 Write #1, 0, 75# Write #1, 51 Write #1, 10 Write #1, 7 Print #1, "R60" Write #1, 0 Print #1, "TEXT" Write #1, 8 Print #1, "TEXT-2"		Write #1, 10 Print #1, Format(O5) Write #1, 20 Print #1, Format(D5) Write #1, 30 Write #1, 0 Write #1, 40 Print #1, Format(TT1) Write #1, 1 Print #1, "PROYECTO" Write #1, 50 Write #1, 0 Write #1, 41 Write #1, 0, 75# Write #1, 51 Write #1, 10 Write #1, 7 Print #1, "R120"

```

MsgBox ("RiegoChess A generado el Perfil en DXF")
nomb = Application.GetSaveAsFilename("Archivo Salida", "Archivo dxf
(*.dxf), *.dxf")
If nomb = "falso" Then Exit Sub
Me.Tx_nombre = nomb

```

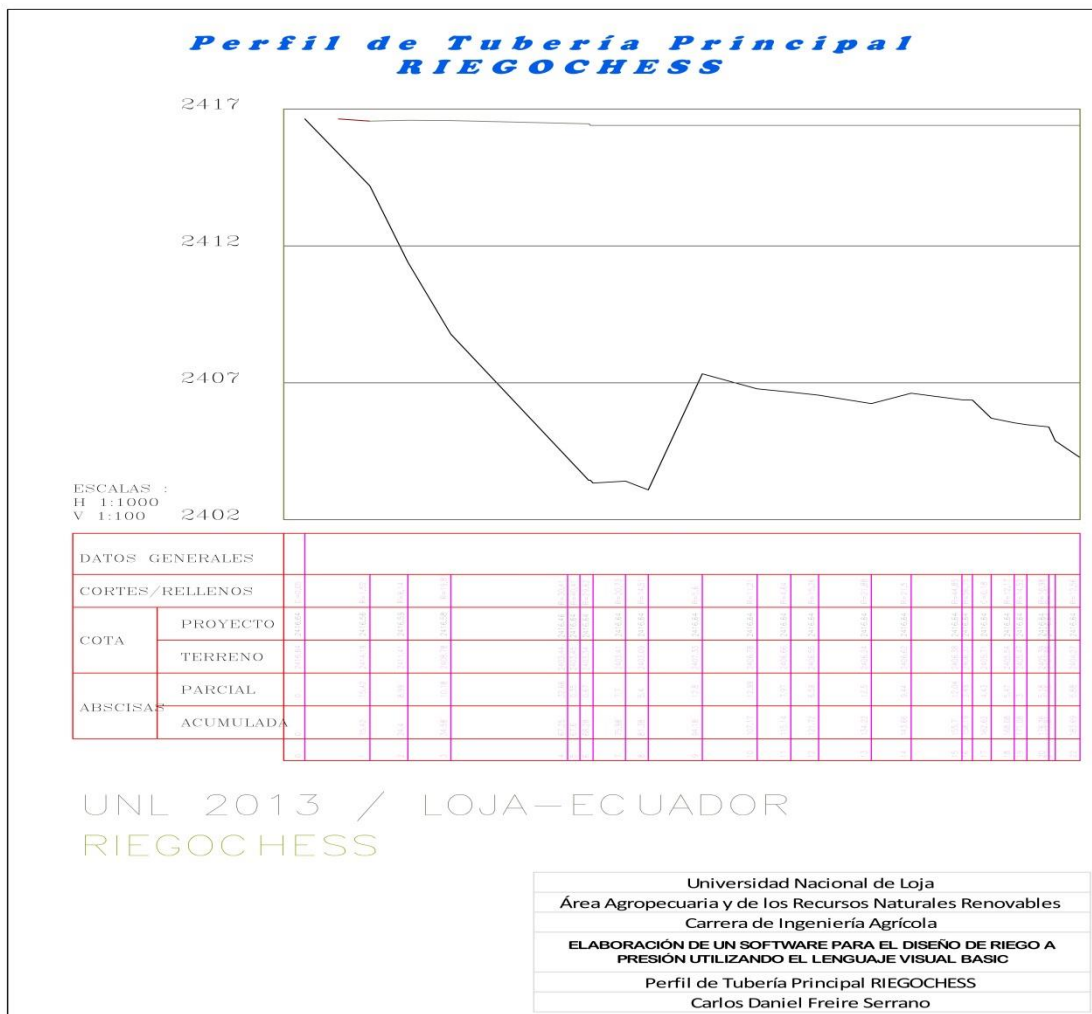


Figura 5: Perfil de Tubería Principal RIEGOCHESS.

El perfil es el elemento constructivo más adecuado para conocer las cantidades de desalojo o alojamiento de material pétreo, este resultado ofrece al diseñador conocer exactamente las cotas por las que atraviesa la tubería y la cota piezométrica ofreciendo un elemento de juicio a la hora de definir alternativas de conducción. Tal como se muestra en la figura 5.

- ✓ Rutina para exportar resultados en PDF al C:/escritorio:

```
Sheets("Resltados").Select  
ActiveSheet.ExportAsFixedFormat Type:=xlTypePDF, Filename:= _  
"C:\Users\usuario\Desktop\Diseño Agronomico (Chess).pdf", Quality:= _  
xlQualityStandard, IncludeDocProperties:=True, IgnorePrintAreas:=False, _  
OpenAfterPublish:=False
```

En las hojas siguientes, los resultados de RIEGOCHES, muestran orden, convirtiéndose en parámetros finales y certeros.

El diseño agronómico posee el 40% de los resultados, lo que indica la importancia de la utilización de la base de datos y criterios agrícolas; los fundamentos son crear oportunidades a los agricultores, manejando un diseño de sistema de riego rápido y apropiado.

El diseño hidráulico cumple parámetros, técnicos y económicos; la velocidad máxima de tubería asumida por el software es de 1,5 m/s. ocupando el 20 % de los resultados.

Los sistemas de riego, son producto de las características que el usuario (técnico), introdujo durante el desarrollo del software, resultados que son manejados con criterios de operación, mantenimiento y eficiencia de los recursos: agua, suelo, dinero y tiempo; en busca de alta producción, este componente ocupa el 20% de los resultados.

La lista de materiales está dada con precios reales y con las dimensiones de los diseños. El usuario (técnico), encuentra todos los resultados del sistema de riego en formato PDF, este componente ocupa el 20 % de los resultados.

RIEGOCHES, ofrece un diseño que puede ser perfeccionado por el usuario (técnico), a futuro.

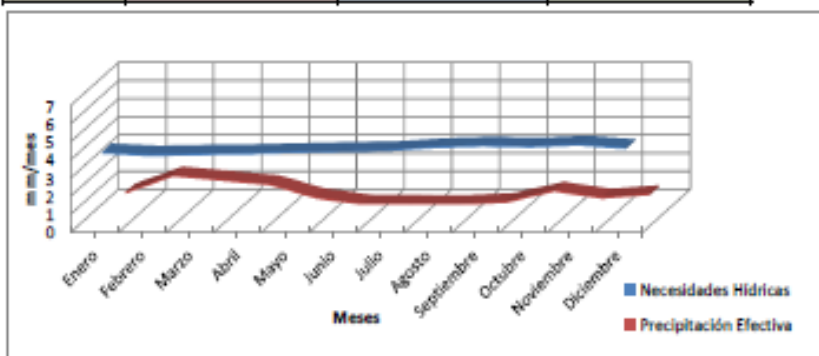


Resultados de Riego  
Carrera de Ingeniería Agrícola

Resultados Riego CHESS ®

Necesidades Hidricas

Estación elegida por el Usuario		Catamayo	Necesidades Hidricas	
	Evapotranspiración	Precipitación Efectiva	mm/día	m3/ha/día
Enero	4.02 mm/día	0.63 mm/día	-0.03	-0.27
Febrero	3.89 mm/día	1.58 mm/día	1.34	13.38
Marzo	3.94 mm/día	1.33 mm/día	3.00	30.04
Abril	3.97 mm/día	1.11 mm/día	0.88	8.75
Mayo	4.04 mm/día	0.35 mm/día	-0.35	-3.50
Junio	4.1 mm/día	0.01 mm/día	0.61	6.05
Julio	4.15 mm/día	0.01 mm/día	4.56	45.55
Agosto	4.33 mm/día	0 mm/día	2.17	21.65
Septiembre	4.4 mm/día	0.13 mm/día	0.53	5.30
Octubre	4.35 mm/día	0.74 mm/día	2.52	25.23
Noviembre	4.45 mm/día	0.34 mm/día	4.56	45.55
Diciembre	4.28 mm/día	0.55 mm/día	1.59	15.90

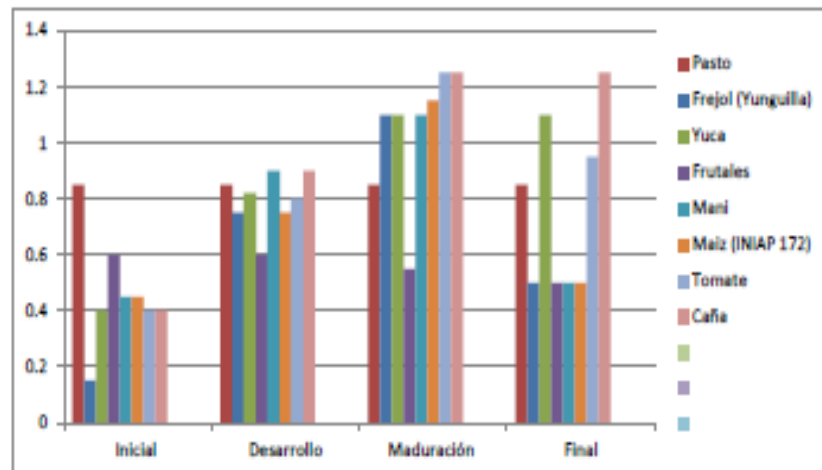


Patron de Cultivos

Cultivos	Inicial	Desarrollo	Maduración	Final		
Frejol (Yunguilla)	0.15	0.75	1.1	0.5		
Pasto	0.85	0.85	0.85	0.85		
Yuca	0.4	0.82	1.1	1.1		
Frutales	0.6	0.6	0.55	0.5		
Maní	0.45	0.9	1.1	0.5		
Maíz (INIAP 172)	0.45	0.75	1.15	0.5		
Tomate	0.4	0.8	1.25	0.95		
Caña	0.4	0.9	1.25	1.25		

Carlos Daniel Frías Soriano

**Resultados de Riego**  
Carrera de Ingeniería Agrícola



**Resultados**

Textura de Suelo	Franco Arenoso
------------------	----------------

Capacidad de Campo	14 %
Punto de Marchitez Permanente	6 %
Porosidad	43 %
Densidad Aparente	25 %

Profundidad Radicular	400	mm
Umbral de Riego	25	%

Evapotranspiración Máxima	4.36	mm/día	Caudal en Lts/seg/ha	
Coefficiente del Cultivo (Kc) Max	1.1	ctt	Caudal	0.81
Caudal Requerido por el cultivo	45.55	m3/ha/día		

Lámina de Agua Rápidamente Aprovechable	56.06	mm
Frecuencia de Riego	8	días
Sistema de Riego Elegida	Aspersión	

**Resultados Hidráulico**

Superficie de Riego a Implementar	2	ha
Caudal Disponible o Concesionado	2	m3/s
Caudal Continuo para 1ha de Riego	0.81	lts/seg
Caudal Permanente para la Superficie	1.62	lts/seg
Caudal de Diseño para el Sistema de Riego	1.42	lts/seg
# de Horas de Riego al Día	24	Horas

*Carlos Daniel Frías Arreano*

**Resultados Riego CHESSE ®**  
**Cálculos Hidráulicos Conducción Principal**

TRAMO	Entregas	ABSCISA (m)	LONGITUD PARC.	DIAM (mm)		Presión	HWC	Q	V	PERDIDAS		COTAS		PRESIONES		PRESIÓN (m)	RESISTE
				EXT.	INT.	Trabajo		(lt/seg)	(m/s)	(m/km)	(m)	TERR.	PIEZOM.	EST.	DINA.	ARIET + ESTA	TUBERIA
1	0				61.25			1.62		5.5	85.0	2416.64	2416.64				
2		15.42	15.42	63	61.2	0.63	150	1.62	0.55	5.5	0.1	2414.2	2416.6	2.5	2.4	2.45	Ok
3		24.40	8.99	63	61.2	0.63	150	1.62	0.55	5.5	0.0	2411.4	2416.6	5.2	5.2	18.04	Ok
4		34.58	10.18	63	61.2	0.63	150	1.62	0.55	5.5	0.1	2408.8	2416.6	7.9	7.8	20.67	Ok
5		67.25	32.66	63	61.2	0.63	150	1.62	0.55	5.5	0.2	2403.4	2416.5	13.2	13.0	26.01	Ok
6	0.3	67.60	0.35	63	61.2	0.63	150	0.3	0.1	0.2	0.0	2403.5	2416.6	13.2	13.2	13.19	Ok
7		68.28	0.67	63	61.2	0.63	150	0.3	0.1	0.2	0.0	2403.3	2416.6	13.3	13.3	13.3	Ok
8		75.98	7.70	63	61.2	0.63	150	0.3	0.1	0.2	0.0	2403.4	2416.6	13.2	13.2	13.23	Ok
9		81.38	5.40	63	61.2	0.63	150	0.3	0.1	0.2	0.0	2403.1	2416.6	13.6	13.6	13.55	Ok
10		94.18	12.80	63	61.2	0.63	150	0.3	0.1	0.2	0.0	2407.3	2416.6	9.3	9.3	9.31	Ok
11		107.17	12.99	63	61.2	0.63	150	0.3	0.1	0.2	0.0	2406.8	2416.6	9.9	9.9	9.86	Ok
12	0.3	115.14	7.97	63	61.2	0.63	150	0.3	0.1	0.2	0.0	2406.7	2416.6	10.0	10.0	9.98	Ok
13		121.72	6.59	63	61.2	0.63	150	0.3	0.1	0.2	0.0	2406.5	2416.6	10.1	10.1	10.09	Ok
14		134.22	12.50	63	61.2	0.63	150	0.3	0.1	0.2	0.0	2406.2	2416.6	10.4	10.4	10.4	Ok
15		143.66	9.44	63	61.2	0.63	150	0.3	0.1	0.2	0.0	2406.6	2416.6	10.0	10.0	10.02	Ok
16		155.70	12.04	63	61.2	0.63	150	0.3	0.1	0.2	0.0	2406.4	2416.6	10.3	10.3	10.26	Ok
17		158.19	2.49	63	61.2	0.63	150	0.3	0.1	0.2	0.0	2406.4	2416.6	10.3	10.3	10.27	Ok
18	0.3	162.62	4.43	63	61.2	0.63	150	0.3	0.1	0.2	0.0	2405.7	2416.6	10.9	10.9	10.93	Ok
19		168.08	5.47	63	61.2	0.63	150	0.3	0.1	0.2	0.0	2405.5	2416.6	11.1	11.1	11.1	Ok
20		171.08	3.00	63	61.2	0.63	150	0.3	0.1	0.2	0.0	2405.5	2416.6	11.2	11.2	11.17	Ok
21		176.26	5.18	63	61.2	0.63	150	0.3	0.1	0.2	0.0	2405.4	2416.6	11.3	11.3	11.25	Ok
22		177.81	1.55	63	61.2	0.63	150	0.3	0.1	0.2	0.0	2404.9	2416.6	11.8	11.8	11.76	Ok
23		183.69	5.88	63	61.2	0.63	150	0.3	0.1	0.2	0.0	2404.3	2416.6	12.4	12.4	12.37	Ok
24		187.61	3.92	63	61.2	0.63	150	0.3	0.1	0.2	0.0	2404.2	2416.6	12.4	12.4	12.42	Ok
25		191.61	4.01	63	61.2	0.63	150	0.3	0.1	0.2	0.0	2403.9	2416.6	12.7	12.7	12.71	Ok
26		195.62	4.01	63	61.2	0.63	150	0.3	0.1	0.2	0.0	2403.6	2416.6	13.0	13.0	13	Ok
27		199.63	4.01	63	61.2	0.63	150	0.3	0.1	0.2	0.0	2403.4	2416.6	13.3	13.3	13.29	Ok

Resultados de Riego  
Carrera de Ingeniería Agrícola

Resultados Riego CHESS ®

Sistema de Riego por Aspersión

Aspersor

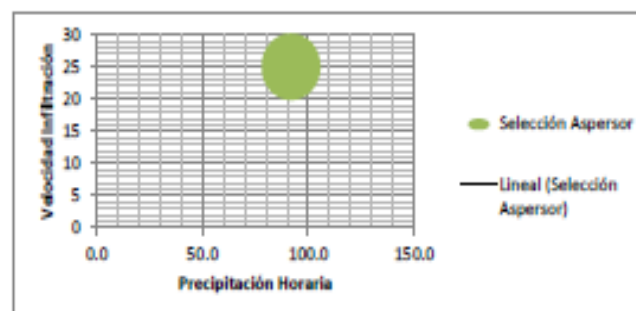
Nombre del Aspersor Seleccionado	Micro Aspersor Vertical de 70l/h
----------------------------------	----------------------------------

Características Aspersor

Caudal del Aspersor	0.2	l/s
Diámetro Húmedo	4	m
Presión del Aspersor	1.5	m.c.a.

Resultados Sistema de Riego por Aspersión

Disposición de Aspersores	Cuadrado
Separación entre Aspersores	2.8 m
Precipitación Horaria	91.8 mm/hora
Tiempo de Riego	0.6 horas
Número de Aspersores	3.5 Aspersores
Selección del Aspersor	Incorrecto Cambie el Aspersor



*Carlos Daniel Frías Herrera*

**Resultados de Riego**  
Carrera de Ingeniería Agrícola

**Resultados Riego CHESS ®**

**Sistema de Riego por Goteo**

**Gotero**

Nombre del Gotero	Gotero antidren/autocompsnt de 4l/h
-------------------	-------------------------------------

**Características Gotero**

Caudal del Gotero	0.01	l/s
Diámetro Húmedo	0.3	m
Presión del Gotero	2	m.c.a.

**Resultados Sistema de Riego por Goteo**

Separación entre Goteros	0.3	
Necesidades Netas de Riego	5.83	mm/día
Coefficiente Corrector por la Localización	0.97	
Cultivos de Ciclo Corto	si	
Diámetro de Copa	1	
Aljiburi	0.90	
Decroix	0.77	
Hoare	1.30	
Seller	0.72	
Coefficiente de Variación Climática	1.1	
Coefficiente Corrector por Advección	1.2	
Requerimiento de lavado	0.03	
Ea	0.98	
K	0.02	
Coefficiente de Uniformidad	0.95	
Necesidades Totales de Riego	6.26	mm/día
Porcentaje de Superficie Mojada	90	
Diámetro Mojada por el Gotero	0.3	
Número de Goteros por Planta	9	
Tiempo de Riego	0.39	Horas
Caudal de Inyección para Eliminar sólidos	0.00	L/h

*Carlos Daniel Freire Guerrero*

**Resultados de Riego**  
**Carrera de Ingeniería Agrícola**

Lista de Materiales Riego CHESS ®					
Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
1. Conducción Principal					
1	Tubo Presión PVC EC d=63mmx6mx0.63Mpa	u	227.68	12.51	474.71
2. Conducción Parcelaria					
2	Tubo Presión PVC EC d=40mmx6mx1Mpa	u	183.69	7.67	234.82
3. Accesorio de Aplicación					
3	Gotero antidren/autocompsnt de 4l/h	m	8	3.4	26.1
4. Accesorios de Acople/Riego					
4	Filtro de anillo de 80 Mesh	u	1	78.71	78.71
5	Válvula bola PVC E/C d=40mm univ PN16 At	u	1	10.89	10.89
6	Universal H.G. roscable d=2"	u	1	9.37	9.37
8	Reguladr presion PVC d=1 1/4" 1 a 10 PSI	u	1	28.8	28.8
4. Aditivos					
9	Polilimpia	lt	1	5.75	5.75
10	Polipega	lt	1	11.67	11.67

<b>Total</b>	<b>880.82</b>
--------------	---------------

Iva:	12%	105.70
COSTO DIRECTO:		880.82
TOTAL:		986.52

**Costo Total de Materiales para el Sistema**

<b>\$</b>	<b>986.52</b>
-----------	---------------

Los precios usados son referendales a la fecha de creación del programa, así mismo las cantidades, equipos y accesorios, que el programa, en lista en este adjunto, es de creación del mismo; por lo tanto no representan valores comerciales actuales, ni asegura la totalidad de los mismos; pero el presente análisis al emite una aproximación factible para examinar los componentes y costos referendales de un sistema de riego parcelario.

*Carlos Daniel Frías Herrera*

#### **4.2. Resultado Segundo Objetivo:**

- Validar el software a través de un pilotaje con la participación de estudiantes, docentes y técnicos relacionados con el diseño de sistemas de riego.

Una vez realizada la validación por parte del talento humano dedicado al riego se recibieron los siguientes certificados que validan el software indicando que las cumple condiciones científicas, técnicas, programáticas y estéticas.

Además en los certificados se puede analizar que el software RIEGOCHES es una herramienta que disminuye el tiempo de ejecución, facilita el cálculo de los sistemas de riego y permite dedicar más tiempo a la optimización de recurso agua, suelo, dinero y tiempo.

Loja, 25 de junio del 2013  
**Oficio N° 325-REP-GG-2013**

Señor  
Carlos Daniel Freire Serrano  
**ASPIRANTE A OBTENER EL TITULO DE INGENIERO AGRICOLA**  
Presente.-

De mi consideración:

En atención a su oficio 013-CDFS-UNL-2013, mediante el que solicita un informe técnico de valoración del software de su autoría, elaborado como tesis previo al título de Ingeniero Agrícola; me permito manifestar lo siguiente:

Para emitir el informe fue necesario recibir una exposición del autor, a los gerentes de las unidades operativas de la empresa, producto de ello adjunto el informe técnico y algunas observaciones realizadas, conforme al requerimiento.

Como gerente de RIDRENSUR EP, me permito expresar mi satisfacción total y mi felicitación a la Universidad Nacional de Loja, por la producción de estos aportes en beneficio de los regantes de la provincia de Loja y del país.

Particular que se comunica para los fines pertinentes.

Atentamente



Ing. Vicente Torres B.  
**GERENTE GENERAL EMPRESA RIDRENSUR E.P**

MVT/ Yomara

**Copia:** Archivo RIDRENSUR E.P  
PERSONAL





**GPL**

GOBIERNO  
PROVINCIAL  
DE LOJA

Juntos  
hacemos más

RIDRENSUR EP

## MEMORANDO N° 042-EP-GOM-2013

**PARA:** Ing. Vicente Torres Bustamante  
**GERENTE DE RIDRENSUR EP**

**DE:** Ing. Edgar Rivas Jaramillo  
**GERENTE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

**ASUNTO:** Informe de validación técnica del software "Diseño de riego a presión utilizando el Lenguaje Visual Básic" elaborado por el Egresado Carlos Freire

**FECHA:** 20 de junio del 2013

En referencia a lo solicitado por el egresado Carlos Freire mediante oficio No. 013-CDPS-UNL-2013, la comisión designada por usted para realizar a la validación técnica del software "Diseño de riego a presión utilizando el Lenguaje Visual Básic" manifiesta los siguiente:

Que el software responde a las necesidades de la Empresa en lo que se relaciona con el cálculo y diseño de sistemas de riego parcelario. La ejecución teórica está acorde con los conceptos y metodologías sugeridas para diseño de sistemas de riego a presión y la ejecución científica (cálculos) se sustentan en las fórmulas, rangos y criterios de diseño que para el efecto se manejan a nivel institucional.


Con estos antecedentes el software luego de realizar las pruebas de aplicación respectivas podría ser utilizado como una herramienta informática para el cálculo y diseño de sistemas de riego que realiza la Empresa.


Particular que comunico a usted para los fines consiguientes.

Atentamente,

**LA COMISIÓN**

  
Ing. Roberto Muñoz  
GERENTE TÉCNICO

  
Ing. Edgar Rivas J.  
GERENTE DE OPERACIÓN  
Y MANTENIMIENTO

  
Ing. Marlón Cueva  
GERENTE DE PLANIFICACIÓN

C.C. Archivo



**MIGUEL ALDEÁN AYALA**

Ingeniero Civil

Consultoría y Construcción de Obras Civiles

Loja, 18 de Junio del 2013

Ingeniero  
Miguel Aldeán Ayala  
Consultor – Contratista

A petición escrita certifico:

Que una vez revisado el Software de riego denominado "RiegoChess", que el Sr. Carlos Daniel Freire Serrano, ha realizado como tesis de grado para la obtención del título de Ingeniero Agrícola, indico que el mismo permite ejecutar el cálculo y diseños relacionados con la parte agronómica e hidráulica, componentes sustanciales para la implementación de sistemas de riego. En virtud de lo expuesto debo señalar que por mi formación profesional y experiencia laboral valido este software y recomiendo la utilización del mismo.

Autorizo al interesado hacer uso del presente certificado, en lo estimare conveniente.

**Atentamente**

  
Ing. Miguel Aldeán Ayala  
Consultor - Contratista

**Miguel Aldeán Ayala**  
INGENIERO CIVIL  
RUC. 1101465704001  
CICE 01-11-0303  
REG. MUN. 0368

---

COLÓN Y SUCRE (ESQUINA). TELÉFONO: 577403. TELÉFAX: 578717  
LOJA - ECUADOR

Loja, 24 de Junio del 2013

Señor  
Max González Fuertes  
**EGRESADO INGENIERÍA AGRÍCOLA**

A petición escrita,

**CERTIFICO:**

Que una vez revisado el Software de riego denominado "RiegoChess", que el Sr. Carlos Daniel Freire Serrano, ha realizado como tesis de grado para la obtención del título de Ingeniero Agrícola, indico que el mismo permite ejecutar el cálculo y diseños relacionados con la parte agronómica e hidráulica, componentes sustanciales para la implementación de sistemas de riego. En virtud de lo expuesto debo señalar que por mi formación profesional valido este software y recomiendo la utilización del mismo.

Autorizo al interesado hacer uso del presente certificado, en lo estimare conveniente.

**Atentamente;**



Max González Fuertes  
**EGRESADO INGENIERÍA AGRÍCOLA**

Loja, 19 de Junio de 2013

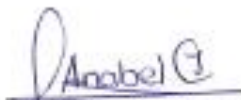
Sr.  
Carlos Daniel Freire Serrano  
**EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

A petición escrita certifico:

Que una vez revisado el Software de riego denominado "RiegoChess", que el Sr. Carlos Daniel Freire Serrano ha realizado como tesis de grado para la obtención del título de Ingeniero Agrícola, indico que el mismo permite ejecutar el cálculo y diseños relacionados con la parte agronómica e hidráulica, componentes importantes para la implementación de sistemas de riego. En virtud de lo expuesto debo señalar que por mi formación profesional valido este software y recomiendo su utilización.

Autorizo al interesado hacer uso del presente certificado, en lo estimare conveniente.

Atentamente



Anabel de los Angeles Calva Jiménez  
**ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

Loja, 19 de Junio de 2013

Sr.  
Carlos Daniel Freire Serrano  
**EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

A petición escrita certifico:

Que una vez revisado el Software de riego denominado "RiegoChess", que el Sr. Carlos Daniel Freire Serrano ha realizado como tesis de grado para la obtención del título de Ingeniero Agrícola, indico que el mismo permite ejecutar el cálculo y diseños relacionados con la parte agronómica e hidráulica, componentes importantes para la implementación de sistemas de riego. En virtud de lo expuesto debo señalar que por mi formación profesional valido este software y recomiendo su utilización.

Autorizo al interesado hacer uso del presente certificado, en lo estimare conveniente.

Atentamente



Luis Daniel Chalán Gualán  
**ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

Loja, 20 de Junio del 2013

**Ingeniero**  
**Temistocles Maldonado**  
**DOCENTE – INVESTIGADOR**

A petición escrita certifico:

Que una vez revisado el Software de riego denominado "RiegoChess", que el Sr. Carlos Daniel Freire Serrano, ha realizado como tesis de grado para la obtención del título de Ingeniero Agrícola, indico que el mismo permite ejecutar el cálculo y diseños relacionados con la parte agronómica e hidráulica, componentes sustanciales para la implementación de sistemas de riego. En virtud de lo expuesto debo señalar que por mi formación profesional y experiencia laboral valido este software y recomiendo la utilización del mismo.

Autorizo al interesado hacer uso del presente certificado, en lo estimare conveniente.

**Atentamente**



**Ing. Temistocles Maldonado**  
**Docente – Investigador**

*Loja, 16 Junio del 2013*

Ingeniero  
Sigifredo Andrade  
CONSULTOR - CONTRATISTA

A petición escrita de la parte interesada certifico:

Que he revisado muy minuciosamente el Software RiegoChess, que lo ha ejecutado el Sr. Carlos Daniel Freire Serrano como requisito de tesis de grado para la obtención de título de Ingeniero Agrícola; y por lo tanto emito la validación ya que, el mismo cumple; las condiciones y características de Diseño Agronómico, Diseño Hidráulico, Sistemas de Riego a Presión, listado de materiales, además debo señalar que el trabajo está muy bien estructurado y denota una dedicación ardua, que bien aprovechado, fomentara el riego de la provincia de Loja.

Autorizo hacer uso del presente certificado, al interesado para los fines pertinentes.

ATENTAMENTE

  
**Ing. Sigifredo Andrade**

**Consultor - Contratista**

CONFIRMA LA FIRMA DEL  
ING. SIGIFREDO ANDRADE  
EN LA PRESENTE  
LOJA ECUADOR

*Laja, 14 Junio del 2013*

Ingeniero  
Galo Maldonado  
CONSULTOR - CONTRATISTA

Certifico:

Que el programa de riego del señor Carlos Freire, cumple aspectos de Diseño Agronómico, Diseño Hidráulico, Sistemas de Riego a Presión y en lista todos los materiales, por lo que valido el programa.

Autorizo hacer uso del presente certificado, para los fines pertinentes.

ATENTAMENTE

  
Ing. Galo Maldonado  
CONSULTOR - CONTRATISTA



Loja, 21 Junio del 2013

SEÑOR.-

José Muñoz Guayanay,

EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERIA AGRICOLA

A petición escrita del Sr. Carlos Daniel Freire Serrano,

CERTIFICO:

Que luego de una revisión minuciosa del Software de riego "**RiegoChess**", que lo ha ejecutado el Sr. Carlos Daniel Freire Serrano, como requisito previo a la presentación de su tesis de grado, para la obtención de título de Ingeniero Agrícola; me permito emitir la validación del mismo, por hacer referencia a aspectos de riego tales como: Diseño Agronómico, Diseño Hidráulico, Sistemas de Riego a Presión, listado de materiales, aspectos que son necesarios para la instalación de un sistema de riego.

Autorizo hacer uso del presente certificado, al interesado para los fines pertinentes.

Atentamente



José Muñoz Guayanay,  
EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERIA AGRICOLA

#### 4.3. Resultado Tercer Objetivo:

- Redactar un manual que contenga las explicaciones para el uso de las funciones del programa y un ejemplo de uso. (Manual de Usuario).

## RIEGOCHES



**CARLOS DANIEL FREIRE  
SERRANO**

**E-mail:**  
**[cadafres\\_4@hotmail.com](mailto:cadafres_4@hotmail.com)**

**Blog:**  
**<http://cadafres4.blogspot.com>**

La Carrera de Ingeniería Agrícola, de la Universidad Nacional de Loja, a través del presente trabajo, ofrece la posibilidad de: calcular, analizar y ejecutar el diseño de sistemas de riego a presión y presentar los resultados de forma resumida, exacta y propicia para optimizar los recursos en el diseño de un sistema de riego.

## **RIEGOCHESS V1.**

RIEGOCHESS, (recibe este nombre en honor a mi hermana menor Karlita). Es un software que permite generar cálculos de riego, el objetivo que pretende, es automatizar los cálculos de riego sustentados, en una base de datos generada por el diseñador, y fusionar todos los pasos que comprende el riego: Diseño Agronómico, Diseño Hidráulico y Listado de Materiales en un solo programa con resultados rápidos y confiables.

### **1. REQUISITOS DEL SISTEMA Y CONFIGURACIÓN REGIONAL.**

Se requieren los siguientes elementos:

- Sistema Operativo Windows®
- Microsoft Excel® 2010
- Adobe Reader® (PDF)
- AutoCad. (Opcional)
- Epanet. (Opcional)

La configuración regional deberá tener las siguientes condiciones:

- |                                   |         |       |
|-----------------------------------|---------|-------|
| ❖ Símbolo decimal:                | punto   | [ . ] |
| ❖ Símbolo de separación de miles: | espacio | [ ]   |
| ❖ Símbolo de signo negativo:      | guión   | [ - ] |
| ❖ Separador de listas:            | coma    | [ , ] |

Para acceder a esta información deberá entrar a: **Inicio/Panel de Control/Configuración Regional y de Idioma/Configuración Adicional.**

### **2. DESCRIPCIÓN.**

El programa permite realizar cálculos de sistemas de riego parcelarios, ingresando datos de campo, durante toda la ejecución del mismo, la base de datos propia del programa y la información proporcionada se articulará, permitiendo así obtener los resultados del sistema de riego, el programa posee rangos de información inaccesibles para evitar manipuleos involuntarios que impidan el funcionamiento futuro, el programa permite ingresar información de cultivos, accesorios de riego y demás elementos

permitiendo un análisis dinámico de información procurando así incrementar la vida útil del programa. El software posee cuatro pasos para la ejecución de todos los resultados ellos son: 1) Diseño Agronómico, que nos indica todos los requerimientos que debe cubrir por parte de la aplicación de agua; 2) Diseño Hidráulico permite conocer la forma correcta de conducción de agua de riego, hacia la parcela desde la fuente de captación; las presiones adecuadas para el funcionamiento del sistema de riego, El Sistema elegido ya sea éste por goteo o aspersión – micro aspersión, para la aplicación de agua a la planta y finalmente la lista de materiales con precios referenciales que nos permitan culminar la información. Además de los resultados de diseño.

### 3. COMPONENTES PRINCIPALES.

#### 3.1. Preparar los libros de Excel para trabajar con el programa.

Para poder ingresar la información al programa, es necesario ubicar la misma, antes de ejecutarlo.

1. Ejecute el archivo del CD y se creará un archivo en “c” “RiegoChess”.
2. Dentro de la Carpeta existen dos archivos Excel con los siguientes nombres: “Conducción” con la extensión .xlsx y “Parcela” con la extensión .xlsx.

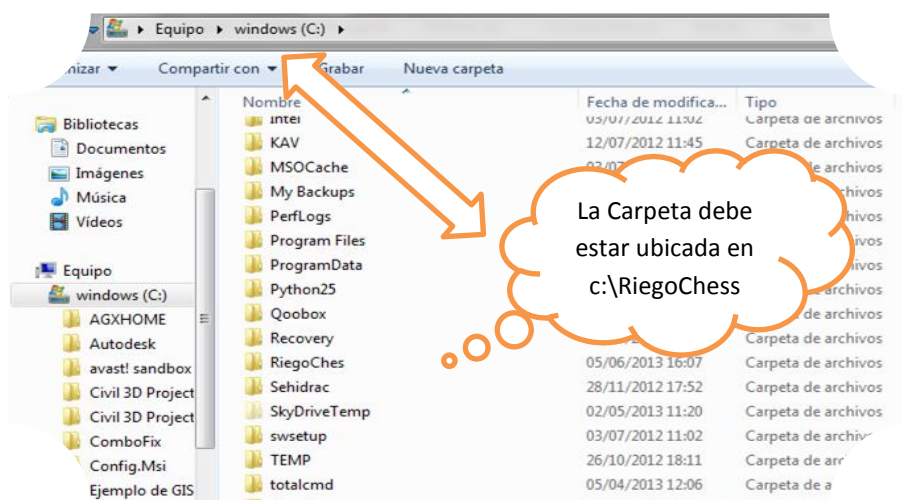


Figura 1.- Importación de Datos. Fuente: El Autor. 2013

3. Dentro de esta carpeta estarán los dos archivos que hacemos referencia.

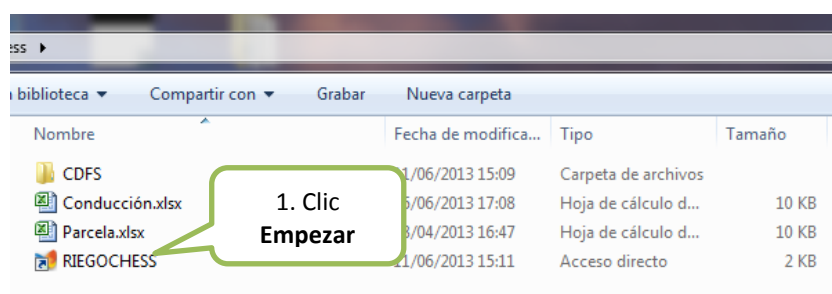


Figura 2.- Archivos de Datos. Fuente: El Autor. 2013

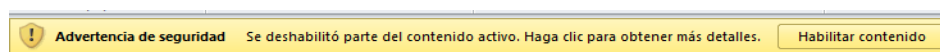
4. Dentro de los archivos ubicar los puntos topográficos de la siguiente manera:

	A	B	C
1	680503.9	9534432	2416.64
2	680492.7	9534442	2414.193
3	680485.9	9534448	2411.408
4	680477.8	9534455	2408.777
5	680452.6	9534475	2403.439
6	680452.5	9534476	2403.451
7	680452.6	9534476	2403.341
8	680454.5	9534484	2403.406
9	680456.9	9534489	2403.087
10	680462.2	9534500	2407.331
11	680466.4	9534513	2406.779
12	680466.7	9534521	2406.662
13	680467.1	9534527	2406.549
14	680466.7	9534540	2406.237
15	680471.4	9534548	2406.623
16	680482.6	9534552	2406.375
17	680484	9534554	2406.367
18	680484.1	9534559	2405.712
19	680482.9	9534564	2405.544
20	680482.2	9534567	2405.468
	680483.3	9534572	2405.388
	680482.7	9534573	2404.882
	680480.6	9534579	2404.274
	680481	9534583	2404.22
	680480.5	9534587	2403.931
	680480.1	9534591	2403.642

Figura 3.- Ubicación de Coordenadas. Fuente: El Autor. 2013

5. Una vez ubicadas las coordenadas como se señaló anteriormente tanto el archivo conducción, parcela; proceda a hacer clic en el Icono RIEGOHESS para ejecutar el programa. (1)

Nota: Es posible que Excel por efectos de seguridad necesite que usted **Habilite el Contenido**, de ser así haga clic; y el programa empezara ejecutarse sin problema alguno, cerrando Excel.



### 3.2. Diseño Agronómico.

#### 3.2.1. Iniciar.

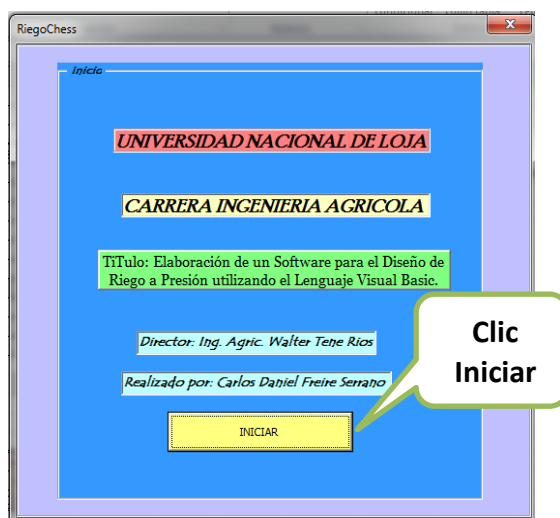


Figura 4.- RiegoChess. Fuente: El Autor. 2013

### 3.2.2. Selección del Trabajo a Realizar

La ejecución debe empezar por el número 1, pero, si el usuario ya realizó cambios en el programa puede continuar desde los siguientes puntos.



Figura 5.- Menú Principal. Fuente: El Autor. 2013

### 3.2.3. Generar Evapotranspiración Real del Cultivo (Base de Datos).

- ✓ Recuerde Colocar que Si va a usar la información. (R)
- ✓ Seleccione la estación, que desea usar. (1)
- ✓ Seleccionada la estación Ingrese los datos. (2)
- ✓ En los espacios de Amarillo se mostrara la información. (3)
- ✓ Seleccionar Cultivo. (Avanzar a Figura 6) (4)

- ✓ Genera la Evapotranspiración del Cultivo al que hizo referencia (8).
- ✓ En los espacios de Amarillo se mostraran los resultados. (9)

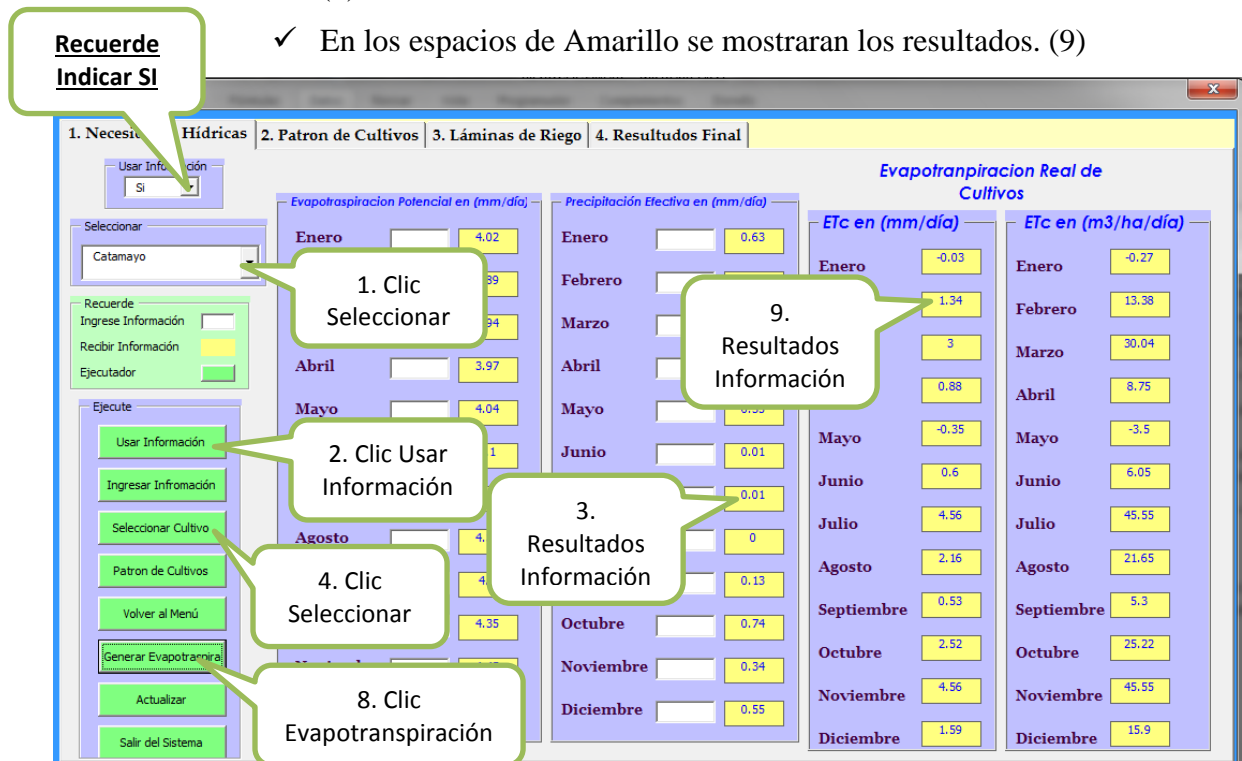


Figura 6.- Diseño Agronómico. Fuente: El Autor. 2013

- ✓ Seleccione el cultivo que desee. (5)
- ✓ Guarde los valores de Kc del cultivo. (6)
- ✓ Regresar a Diseño Agronómico. (7)

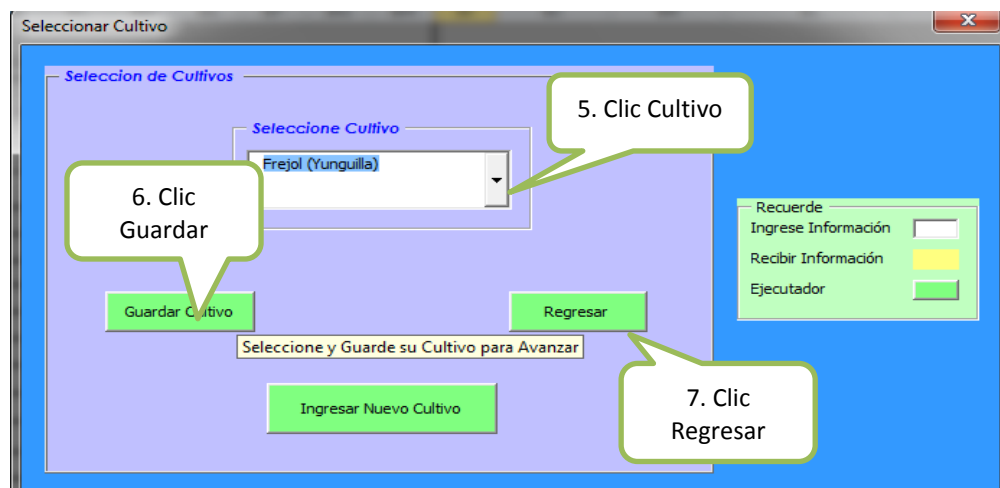


Figura 7.- Seleccionar Cultivos. Fuente: El Autor. 2013

### 3.2.4. Ingreso de un Nuevo Cultivo a la Base de Datos.

- ✓ Ingresamos a la ventana selección de Cultivo (Paso: 4 - Figura: 5)
- ✓ Seleccione Ingresar Nuevo Cultivo. (10)

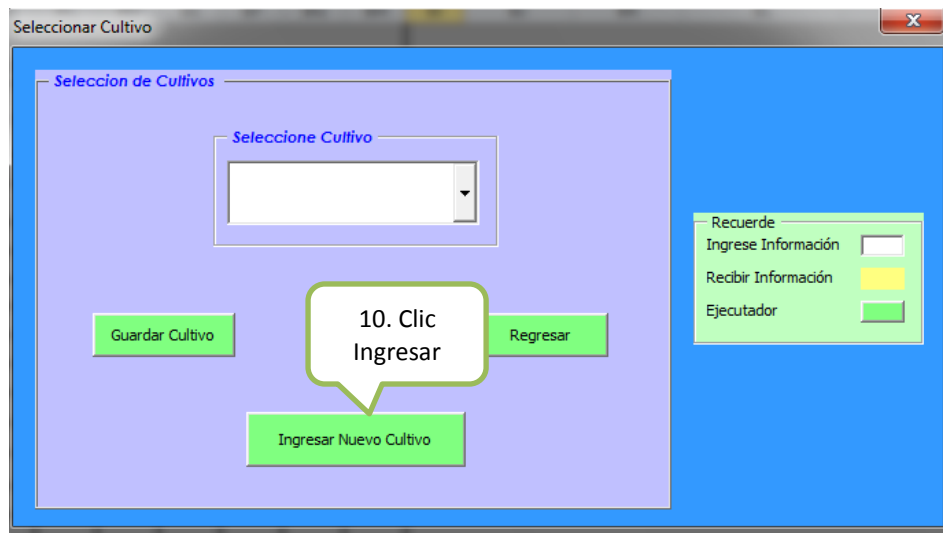


Figura 8.- Ingresar Nuevo Cultivo. Fuente: El Autor. 2013

- ✓ Dentro de la Ventana (Ingresar Nuevo Cultivo: Figura 8) Ingresar los valores de Kc y el nombre del Cultivo. (11)
  - ✓ Clic en Ingresar los valores seleccionados (12)
  - ✓ Regrese a selección de cultivos para usar el cultivo ingresado. (13)
- (Paso: 5 – Figura: 6).

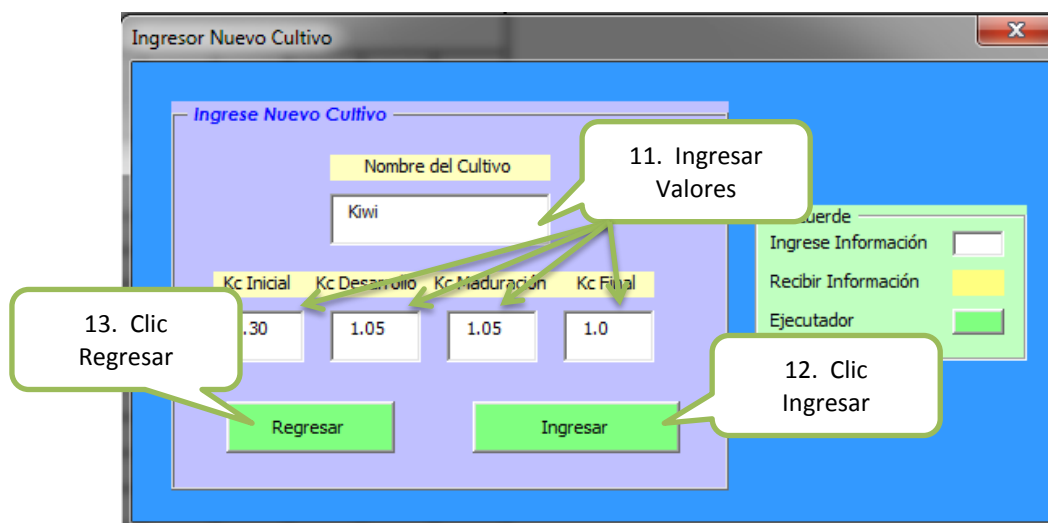


Figura 9.- Nuevo Cultivo. Fuente: El Autor. 2013

### 3.2.5. Generar Evapotranspiración Real del Cultivo (Ingresando Datos).



- ✓ Recuerde colocar que NO va a usar la información. (R)
- ✓ Ingrese los datos de Evapotranspiración Potencial y de Precipitación Efectiva uno por uno. (14)
- ✓ Clic en ingresar información para ingresarla al programa. (15)
- ✓ Seleccionar Cultivo. (Avanzar a Figura 6) (4)
- ✓ Genera la Evapotranspiración del Cultivo al que hizo referencia (8).
- ✓ En los espacios de Amarillo se mostraran los resultados. (9)

Recuerde Indicar NO

1. Nombres Hídricos 2. Patrón de Cultivos 3. Resultados Final

Usar Información: No

Seleccionar: [Dropdown]

Recuerde:  
Ingresar Información  
Recibir Información  
Ejecutar

Ejecute:  
Usar Información  
Ingresar Información  
Seleccionar Cultivo  
Patrón de Cultivos  
Volver al Menú  
Generar Evapotranspiración  
Actualizar  
Salir del Sistema

14. Ingrese Datos

15. Clic Ingrese Información

4. Clic Seleccionar

8. Clic Evapotranspiración

14. Ingrese Datos

9. Resultados Información

Evapotranspiración Potencial		Precipitación Efectiva en (mm/día)		Evapotranspiración Real de Cultivos	
				Etc en (mm/día)	Etc en (m3/ha/día)
Enero	3.0	Enero	1.0	Enero	-0.55
Febrero	3.0	Febrero	1.0	Febrero	1.25
Marzo	3.0	Marzo		Marzo	2.3
Abril		Abril		Abril	0.5
Mayo		Mayo		Mayo	-1
Junio		Junio	1.0	Junio	-0.55
Julio	3.0	Julio	1.0	Julio	2.3
Agosto	3.0	Agosto	1.0	Agosto	0.5
Septiembre		Septiembre	1.0	Septiembre	-0.55
Octubre		Octubre	1.0	Octubre	1.25
Noviembre		Noviembre	1.0	Noviembre	2.3
Diciembre		Diciembre	1.0	Diciembre	0.5

Figura 10.- Diseño Agronómico Ingresando Información. Fuente: El Autor. 2013

### 3.2.6. Generar Patrón de Cultivos.

- ✓ Para avanzar hacia el Patrón de Cultivos puede hacer clic Diseño Agronómico/Patrón de Cultivos. O Simplemente clic en la ventana: 2. Patrón de Cultivos
- ✓ Clic en Cultivo, seleccione el cultivo que desee. (Recuerde siempre Guardar Cultivo) (Pasos: 5-6-7 – Figura 6.) (16)
- ✓ Clic en Cultivo 1 para ingresar el primer cultivo seleccionado.(17)
- ✓ Realice el mismo procedimiento. (Paso: 16-17), pero en el Cultivo siguiente es decir Cultivo 2, Cultivo 3, etc. (17)

- ✓ El procedimiento se repite para cada Cultivo (Si usted marca sin hacer los pasos indicados, el cultivo se replicará y será el mismo en las sub siguientes casillas)
- ✓ Analice los datos en los recuadros de color amarillo. (18)

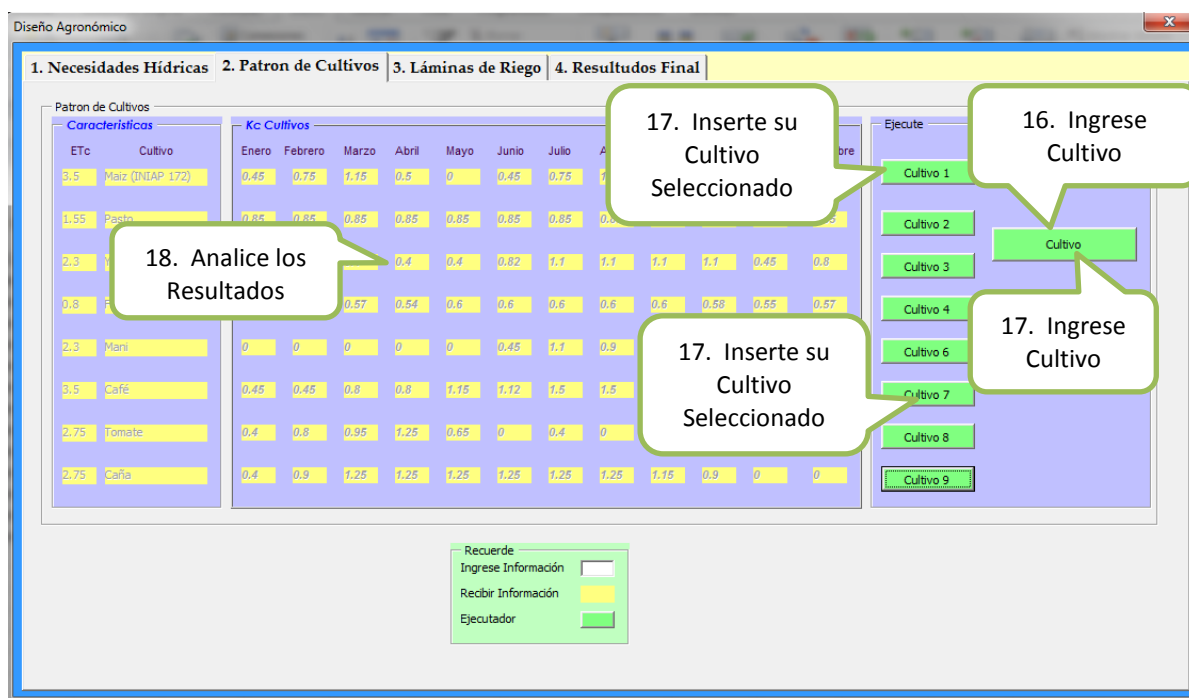


Figura 11.- Diseño Agronómico Ingresando Información. Fuente: El Autor. 2013

### 3.2.7. Láminas de Riego.

- ✓ Para avanzar hacia el Láminas de Riego debe hacer clic en la ventana de Diseño Agronómico: 3. Láminas de Riego.
- ✓ Ingrese la información requerida en los espacios en blanco.
- ✓ Ingrese Información de la disponibilidad de recursos hídricos la frecuencia de riego, horas de riego según la disponibilidad de agua o criterio técnico. (19)
- ✓ Clic en ingresar información (20)
- ✓ Ingrese o Seleccione la Información de suelos, si desea usar la información de base de datos respecto a suelos (Recuerde colocar que SI va a usar la información). (R)

- ✓ Si desea ingresar la información de suelos (Recuerde colocar que NO va a usar la información). (R)
- ✓ Si no seleccionó textura ingrese sus valores en el los campos. (21)
- ✓ Clic en ingresar información. (22)
- ✓ Seleccione la textura de suelo de su sistema. (23)
- ✓ Seleccione la información relevante al cultivo en los espacios en blanco. (24)

The screenshot shows the 'Diseño Agronómico' software interface. It has a title bar 'Diseño Agronómico' and a menu bar. The main window is divided into several sections. On the left, there's a sidebar with '1. Necesidades Hídricas' and '2. Información de Riego'. The 'Información de Riego' section contains input fields for 'Frecuencia de Riego' (3 días) and 'Horas de Riego al Día' (12 Horas), with a green 'Ingresar Información' button. Below this is another 'Ingresar Información' button. The 'Información de Campo' section contains input fields for 'Capacidad de Campo (%)', 'Punto de Marchitez Permanente (%)', 'Densidad Aparente (%)', and 'Velocidad de Infiltración (%)'. Below these are 'Profundidad Radicular (mm)' (400) and 'Umbral de Riego (%)' (50). At the bottom is a 'Sistemas de Riego' dropdown menu with 'Aspersión' selected. On the right, there's a 'Seleccione Textura' dropdown menu with 'Franco Arenoso' selected. A green box at the bottom right contains 'Recuerde Ingrese Información' (checkbox), 'Recibir Información' (checkbox), and 'Guardar' (checkbox). Numbered callouts 19 through 24 point to various buttons and input fields as described in the text.

Figura 12.- Diseño Agronómico Lámina de Riego. Fuente: El Autor. 2013

### 3.2.8. Resultados de Diseño Agronómico.

- ✓ Para avanzar hacia Resultado Final debe hacer clic en la ventana de Diseño Agronómico: 4. Resultado Final.
- ✓ Clic en Calcular. (25)
- ✓ Clic en Guardar. (26)
- ✓ Analice los Resultados de Riego. (27)
- ✓ Clic en Exportar los Resultados y se enviará un documento a su escritorio con el nombre Diseño Agronómico RiegoChess. (28)

- ✓ Clic en Avanzar para continuar con el Diseño del Sistema de Riego. (29)
- ✓ Clic en Regresar, si desea ir a Diseño Agronómico. (30)

The screenshot shows the 'Diseño Agronómico' software interface. At the top, there are three tabs: '1. Necesidades Hídricas', '2. Patron de Cultivos', and '3. Láminas de Riego'. The 'Resultados' section is active, displaying a list of parameters and their values:

- ETc Max: 2,75 (mm/día)
- Kc Max: 1,25
- a): 27,5 (m3/ha/día)
- Caudal en (Lts/seg/ha): 0,49 (Lts/seg/ha)
- Lamina de agua Aprovechable: 33,85 (mm)
- Frecuencia de Riego en (días): 8 (días)
- Sistema de Riego: Aspersión

Below the results, there are several buttons and checkboxes:

- 'Calcular' button (Callout 25: Clic Calcular)
- 'Regresar' button (Callout 30: Clic Regresar)
- 'Guardar' button (Callout 26: Clic Guardar)
- 'Avanzar' button (Callout 29: Clic Avanzar)
- 'Exportar Resultados (PDF)' button (Callout 28: Clic Ejecutar)
- 'Recuerde' section with checkboxes for 'Recibir Información' and 'Ejecutador'.

Callout 27 (Analice Resultados) points to the 'Resultados' section header.

Figura 13.- Diseño Agronómico Resultados. Fuente: El Autor. 2013

### 3.3. Diseño Hidráulico.

#### 3.3.1. Caudales de Riego.

- ✓ Ingrese los datos parcelarios, superficie de riego y caudal disponible. (1)
- ✓ Clic ingresar información. (2)
- ✓ Ejecutar los Cálculos realizados. (3)

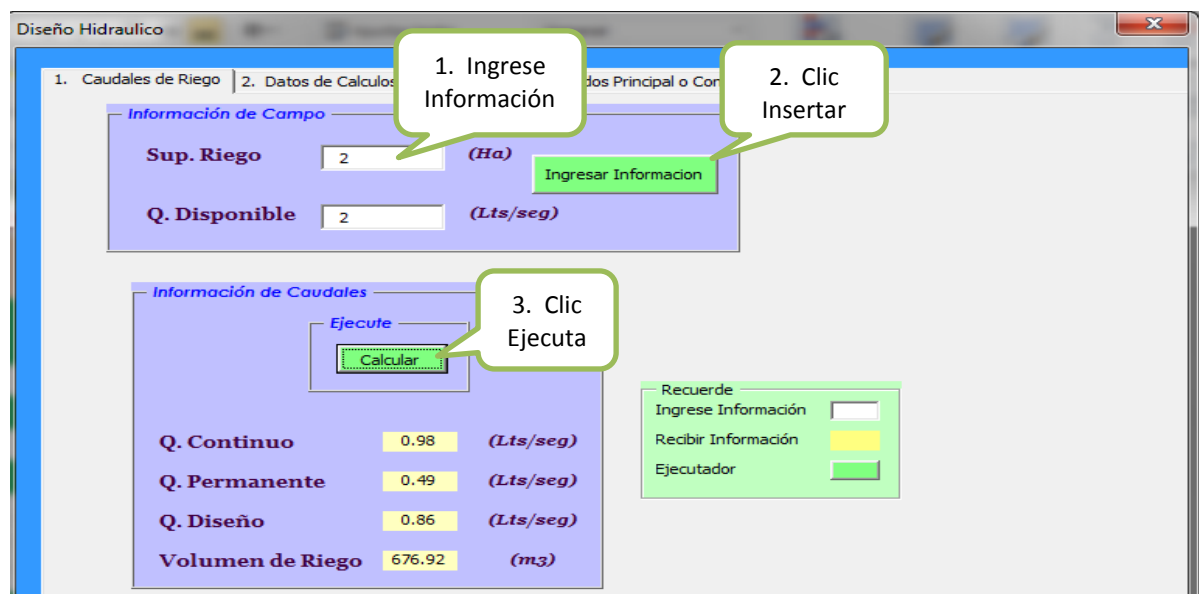


Figura 14.- Diseño Hidráulico Caudales de Riego. Fuente: El Autor. 2013

### 3.3.2. Datos de Cálculos Hidráulicos

- ✓ Para avanzar hacia Datos de Cálculos Hidráulicos debe hacer clic en la ventana de Diseño Hidráulico: 2. Datos de Cálculos Hidráulicos.
- ✓ Clic en Importar Datos (4). **En la Figura.3 Se Ingresó las coordenadas X – Y – Z y Número de Entregas (R)**
- ✓ Clic en Entregas Parcelarias para recordar en número de entregas, parcelarias. (5).
- ✓ Clic en Distribuir Caudales, para definir los caudales de las Entregas. (Avanzar a Figura 16) (6)
- ✓ Clic en Datos Calculados. (7)
- ✓ Revisar resultados en los recuadros de color amarillo. (8)
- ✓ Insertar el Diámetro de la Tubería, **Comercial**, relacionado con el resultado mostrado en, **Diámetro Calculado.** (9)
- ✓ Insertar Datos de Tuberías. (10)

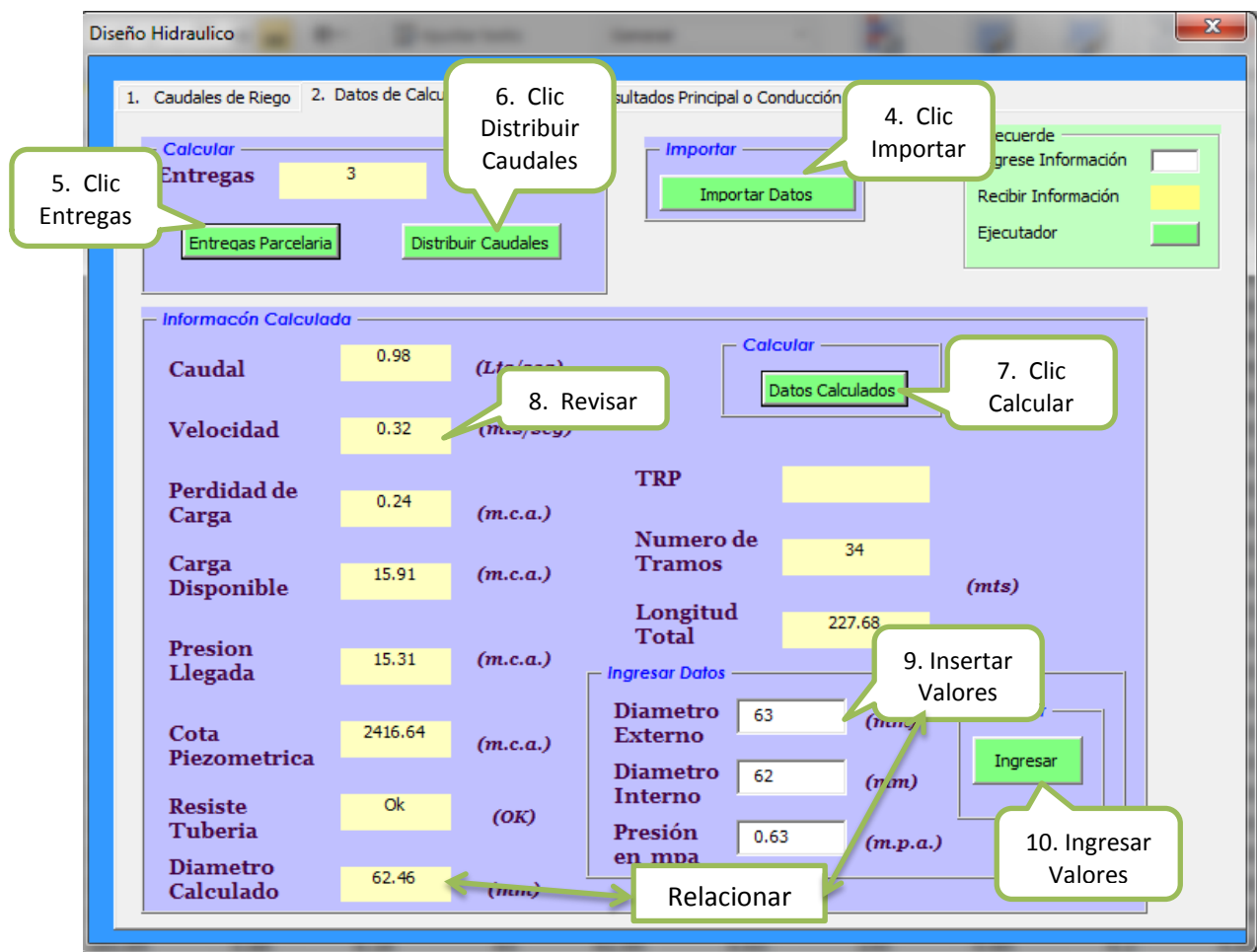


Figura 15.- Diseño Hidráulico Cálculos Hidráulicos. Fuente: El Autor. 2013

### 3.3.3. Entregas Parcelarias.

- ✓ Una vez ingresado a la ventana de Especificación de Entregas Parcelarias. (Paso: 6, Figura: 15). (R)
- ✓ Recuerde en número de entregas que definió anteriormente. (11)
- ✓ Según su caudal de diseño distribuya las entregas parcelarias, insertando uno a uno los valores. (12)
- ✓ Inserte los valores ingresados. (13)
- ✓ Regrese a Diseño Hidráulico. (14)

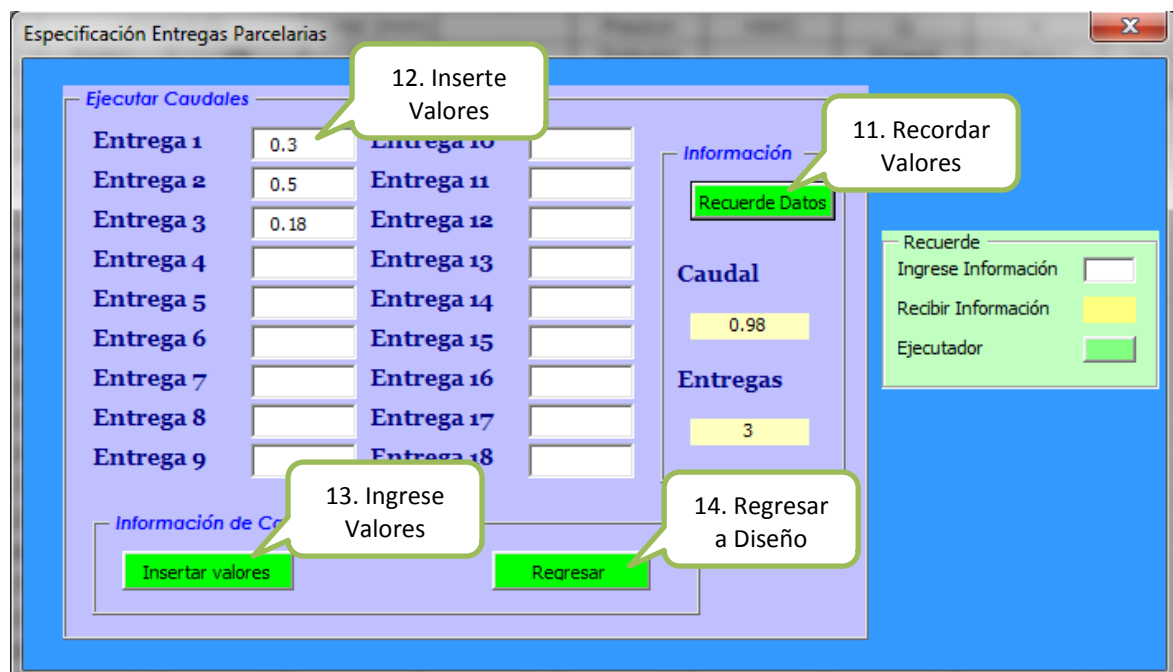


Figura 16.- Diseño Hidráulico Definición de Caudales. Fuente: El Autor. 2013

### 3.3.4. Resultados de Principal o Conducción de Riego.

- ✓ Para avanzar hacia Resultados Principal o Conducción de Riego debe hacer clic en la ventana de Diseño Hidráulico: 3. Resultados Principal o Conducción de Riego.
- ✓ Clic en Cálculo Hidráulico formato .INP. (15)
- ✓ Automáticamente se abrirá la ventana de Avanzar a Figura 18, dentro de esta ventana indicar, donde se quiere guardar el archivo a su disposición y cambiar el nombre si lo cree necesario, y finalmente clic en **Guardar.** (16)
- ✓ Clic en Perfil Formato. DXF. (17)
- ✓ Automáticamente se abrirá la ventana Avanzar a Figura 19, dentro de esta ventana indicar donde se quiere guardar el archivo a su disposición y cambiar el nombre si lo cree necesario, y finalmente clic en **Ejecutar.** (18)
- ✓ Clic en Exportar los Resultados (PDF) y se enviará un documento a su escritorio con el nombre Diseño Hidráulico RiegoChess. (19)
- ✓ Clic en Guardar. (20)
- ✓ Clic en Avanzar para seguir con la Ejecución del Programa. (21)
- ✓ Clic en Regresar volverá a Caudales de riego. (22)

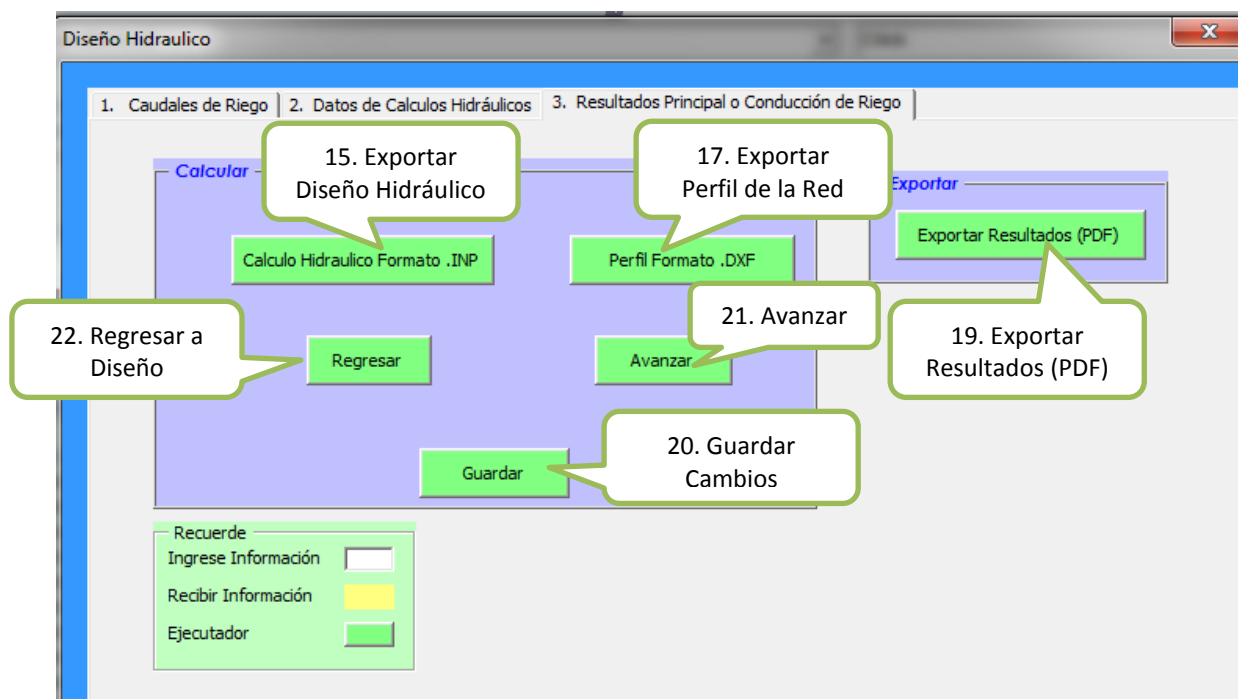


Figura 17.- Diseño Hidráulico Resultados. Fuente: El Autor. 2013

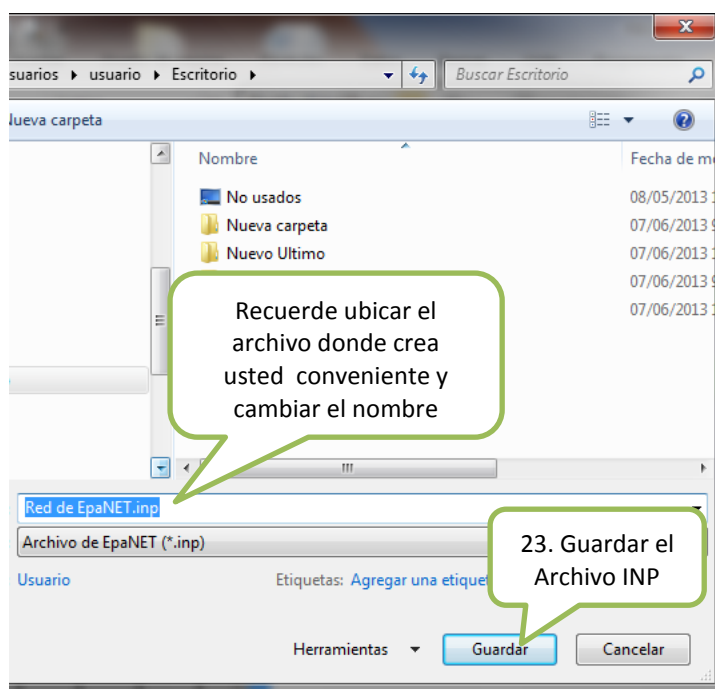


Figura 18.- Diseño Hidráulico Resultados INP Exportar. Fuente: El Autor. 2013

- ✓ Para guardar la exportación del archico INP. Debe hacer clic en archivo de salida y automaticamente se abrirla la ventana de la figura 19. (24)



- ✓ Debe ubicarse las escalas a las que el perfil deberá acoplarse tanto en X como en Y además indicar las líneas del perfil en cuanto quiere que se separen, es decir las líneas de elevación.



Figura 19.- Diseño Hidráulico Resultados Perfil DXF. Fuente: El Autor. 2013

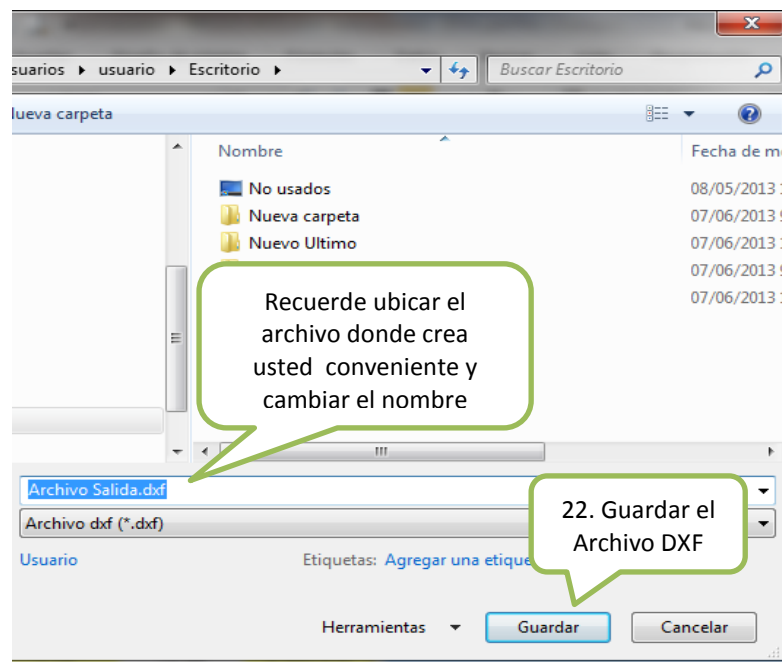


Figura 19.- Diseño Hidráulico Resultados Perfil DXF Exportar. Fuente: El Autor. 2013

### 3.3.5. Cálculos Parcelarios.

- ✓ Clic en Cálculos Hídricos Parcelarios, automáticamente aparecerá la ventana de la figura 21. (24) Avanzar a Figura 21.
- ✓ Una vez ingresado los datos del cálculo parcelario regresamos a esta ventana para iniciar el cálculo de sistemas de riego a presión.(R)
- ✓ Clic en Sistema de Riego Aspersión. Para diseñar un Sistema de Riego por Aspersión.(33) Avanzar a Figura 21.
- ✓ Clic en Sistema de Riego Goteo. Para diseñar un Sistema de Riego por Goteo.(32) Avanzar a Figura 21.



Figura 20.- Diseño Hidráulico Resultados Perfil DXF Exportar. Fuente: El Autor. 2013

- ✓ Clic en importar las coordenadas para que el programa inserte las coordenadas ubicadas anteriormente **En la Figura.3 Se Ingresó las coordenadas X – Y – Z y Número de Entregas (R).** (25)
- ✓ Clic en calcular para realizar los cálculos hidráulicos de la parcela y poder obtener datos importantes para el diseño de riego a presión.(26)
- ✓ Relacionando el diámetro calculado por el programa se debe ingresar el diámetro comercial de la tubería a usar con todas las

especificaciones técnicas requeridas en el recuadro de ingreso de datos. (27)

- ✓ Realizados los cambios clic en guardar.(28)
- ✓ Clic en Exportar los Resultados (PDF) y se enviara un documento a su escritorio con el nombre Diseño Hidráulico Parcela RiegoChess. (29)
- ✓ Clic en regresar para continuar con el cálculo de sistemas de riego a presión. (30) regresaremos a la **Ventana de la Figura 20**

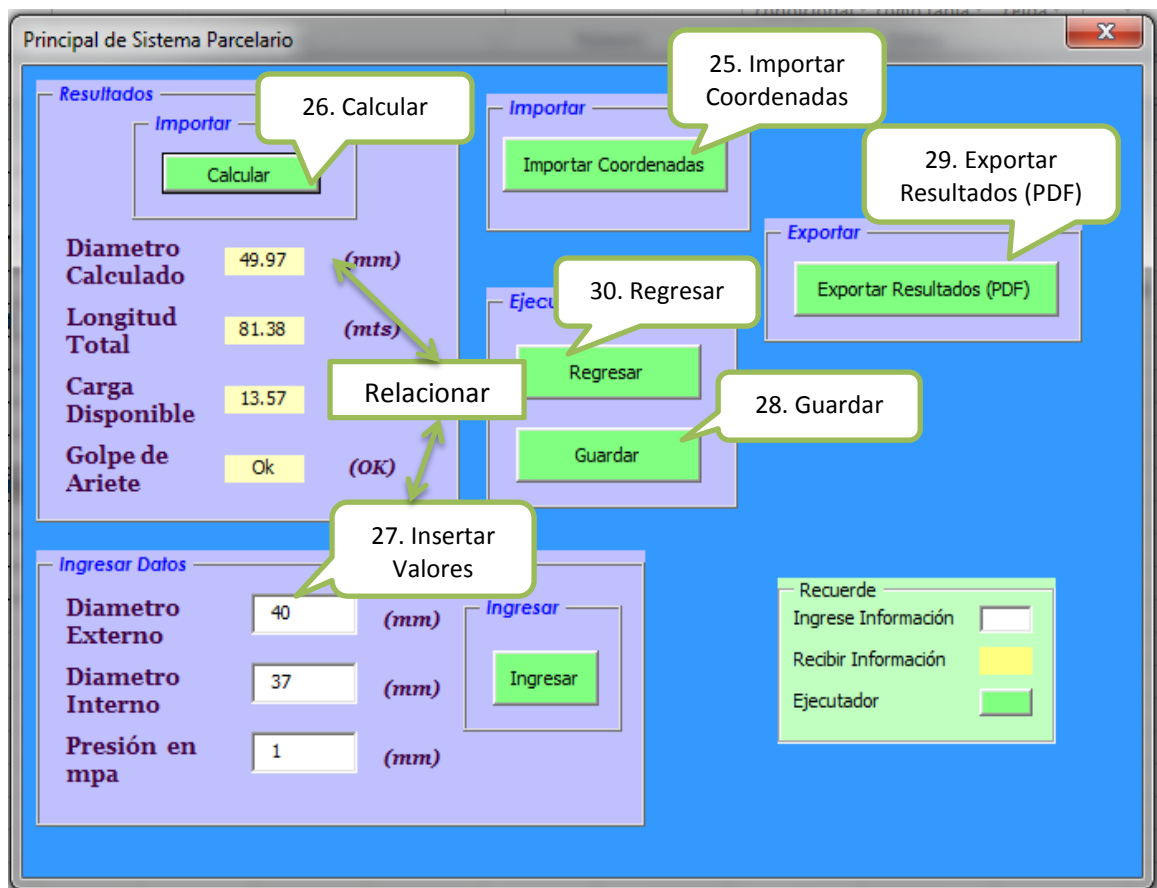


Figura 21.- Diseño Hidráulico Resultados Perfil DXF Exportar. Fuente: El Autor. 2013

### 3.4. Sistemas de Riego a Presión.

#### 3.4.1. Sistema por Aspersión.

- ✓ Una vez realizado en cálculo hidráulico parcelario, se inicia el cálculo de los sistemas de riego a presión por aspersión.
- ✓ Si desea seleccionar el aspersor de la base de datos clic en selección de aspersor. (1)
- ✓ Insertar la superficie de riego que vamos a diseñar. (2)
- ✓ Seleccionar la Disposición de los aspersores. (3)
- ✓ Clic en calcular para analizar los resultados. (4)
- ✓ Clic en Exportar los Resultados (PDF) y se enviará un documento a su escritorio con el nombre Sistema de Riego Aspersión RiegoChess y Lista de Materiales RiegoChess. (5)
- ✓ Si no desea seleccionar un aspersor ingrese las características de su aspersor en los espacios en blanco (6)
- ✓ Clic en ingresar para insertar los datos ingresados. (7)
- ✓ Y continúe con el cálculo desde los pasos (2-3-4-5)

The screenshot shows the 'Aspersión' software interface with the following sections and callouts:

- Selección Aspersor:** Callout 1 points to the dropdown menu.
- Superficie de Diseño:** Callout 2 points to the input field containing '2'.
- Exportar:** Callout 5 points to the 'Exportar Resultados (PDF)' button.
- Información de Aspersor:**
  - Callout 6 points to the 'Nombre Aspersor' field (containing 'Goobler').
  - Callout 7 points to the 'Ingresar' button.
- Resultados de Riego por Aspersión:**
  - Callout 3 points to the 'Disposición Aspersores' dropdown menu.
  - Callout 4 points to the 'Calcular' button.

Other visible fields include 'Caudal' (0.007), 'Díametro Humedo' (1.5), 'Presión Aspersor' (12), 'Costo' (5.80), and various calculation results like 'Sep Aspersores' (2.8), '# de Aspersores' (21.44), 'Carga Disponible' (15.91), etc.

Figura 22.- Diseño Sistema de Riego Aspersión. Fuente: El Autor. 2013

### 3.4.2. Sistema por Goteo.

- ✓ Una vez realizado en cálculo hidráulico parcelario, se inicia el cálculo de los sistemas de riego a presión por goteo.
- ✓ Si desea seleccionar el gotero de base de datos clic selección de gotero. (8)
- ✓ Insertar la separación de goteros con el cual vamos a diseñar. (9)
- ✓ Indicar si es un cultivo de ciclo corto. (10)
- ✓ Clic en calcular para analizar los resultados. (11)
- ✓ Clic en Exportar los Resultados (PDF) y se enviará un documento a su escritorio con el nombre Sistema de Riego Goteo RiegoChess y Lista de Materiales RiegoChess. (12), **El programa se cerrara automaticamente.**
- ✓ Si no desea seleccionar un gotero ingrese las características de su gotero en los espacios en blanco (13)
- ✓ Clic en ingresar para insertar los datos ingresados. (14)
- ✓ Y continúe con el cálculo desde los pasos (9-10-11-12)

**Seleccionar Gotero**

Gotero antident/autocompensi... 0.3

**Información de Gotero**

Nombre Gotero: Katif

Caudal: 0.007

Diametro Humedo: 1.2

Presion Gotero: 1

Costo: 0.50

**Resultados de Riego por Goteo**

Necesidades de Riego: 3.52

Cultivo de Ciclo Corto: ☐

Coef de Localización: 0.97

Tiempo de Riego: 3.55 (Horas)

% Suelo Mojado: 90 (%)


Goteros / planta: 8.53

Diam Mojado: 0.3 (cm)

Calcular

Exportar Resultados (PDF)

Figura 23.- Diseño Sistema de Riego Goteo. Fuente: El Autor. 2013

**Si talvés apareciera una nueva ventana de Inicio Haga clin en  y terminará el proceso.**

## 5. DISCUSIÓN

El software RIEGOCHES, autoría de Carlos Daniel Freire Serrano, cuyo nombre corresponde a un sentimiento familiar; es una herramienta que apoya a los técnicos del riego optimizando el tiempo y facilitando el cálculo de sistemas de riego a presión; cumple con los Términos de Referencia para el desarrollo de sistemas de riego en factibilidad, exigidos por la contratación pública, permite al técnico analizar aspectos que rodean al sistema de riego aprovechando al máximo recursos económicos, naturales y sociales, se constituye una herramienta secuencial e integral; de actualidad que permite de manera sencilla, enlazar con los programas de diseño.

En este sentido; un técnico que realiza un cálculo de sistemas de riego a presión manualmente es decir con una calculadora, le tomará cuatro semanas en realizar el mismo, ya que primero realizará los cálculos y luego tendrá que dibujar y presentar los resultados de manera resumida y ordenada. Así mismo, un técnico que realice el diseño agronómico en CROPWAT el diseño hidráulico, sistema de presión y listado de materiales en Excel y luego dibujar los resultados, tardará tres semanas. Si el técnico usa CROPWAT para el diseño agronómico, EPANET para el diseño hidráulico, importa puntos y coordenadas para dibujar en AUTOCAD, y usa una hoja de cálculo de precios unitarios, tardará una semana en realizar todo el diseño. Pero, si se usa RIEGOCHES se puede realizar el diseño agronómico, hidráulico, sistemas de riego a presión (Goteo y Aspersión), listar los materiales y además presentar los perfiles de tuberías y modelaciones hidráulicas en un solo día de ejecución del software.

Analizando los tres casos anteriores, si el Técnico número 1 y 2, necesitan hacer un replanteo en sus cálculos, debe borrar y empezar de nuevo alargando mucho más el proceso, si el Técnico 3 debe reemplazar algo en el trabajo, los dibujos y todos sus cálculos deberán ser modificados en partes demorando el proceso; en RIEGOCHES, el Técnico (usuario) puede modificar, mover y replantear todas las veces que crea necesario sin ningún tipo de dificultad y no perjudicará el tiempo de ejecución.

RIEGOCHES, permite al técnico optimizar los tiempos de diseño y dando variables que permitan un trabajo económico, social y técnico; analizar las variables de operación, mantenimiento y tecnificación a futuro.

RIEGOCHES, permite que el usuario realice de manera sistemática e integral el diseño de sistemas de riego, partiendo del diseño agronómico, diseño hidráulico, sistemas de riego a presión y listado de materiales, además permite exportar el perfil hidráulico, la modelación hidráulica y los resultados sin salir de la interfaz del programa.

Realiza cálculos que no realiza ningún software libre y que además ninguno de éstos presenta resultados definitivos para su presentación; los software como GESTAR y WCADI, que su licencia y taller de uso superan los 30.000 dólares en el caso del primero; sin contar con lo necesario para su capacitación ya que el mismo se realiza en el exterior. Y en el caso del segundo supera los 1.000 dólares con una capacitación virtual.

RIEGOCHES, cumple con todos los pasos técnicos conocidos como Términos de Referencia, por esta razón se constituye en un software de factibilidad a nivel parcelario, que no solo ofrece rapidez en su ejecución; sino que también es confiable, ordenado y preciso a la hora de mostrar resultados. Sin lugar a duda RIEGOCHES es la herramienta óptima para el cálculo de sistemas de riego a presión.

Un elemento adicional de RIEGOCHES, es el ingreso de datos de: cultivos, accesorios y tuberías, que permite al software no se desactualice y se acople a todas las condiciones del diseñador, con criterio técnico y adaptabilidad el software no solo puede ser usado en la provincia si no posee un rango de uso indefinido.

Según (PHILO 1994), Los sistemas de riego son resultado de variables climáticas y condiciones propias del sector de estudio, es así que de una manera sencilla se puede sustituir el mal aplicado concepto de 1 lt/seg/ha, para el riego que constituye la generación de varios conflictos relacionados con la mala dosificación tales como: falta de agua (no respeto de turnos), exceso de agua (caudales erosivos), discusiones

sectoriales; dejando ver que en los sistemas de riego existe un sobre dimensionado en la parte norte de la provincia y sub dimensionado en la parte sur-este de la provincia, que imposibilita hacer riego de manera óptima. Estos problemas RIEGOCHES, los soluciona de una manera tan sencilla y precisa tan solo usando el programa, en vista de poder contar con datos precisos de la provincia de Loja.

La validación es una de las estrategias más convenientes para determinar si un software cubre todas las necesidades que están propuestas, ya que se considera las sugerencias y criterios de los especialistas y permite que el programador ajuste el mismo a un nivel óptimo para que sea accesible al público. Si no existiera la validación, el software, quedaría con muchos vacíos que el programador por estar sumergido en él, no los considera necesarios o no los logra visibilizar.

Redactar un manual, es crear un herramienta para comprender y aplicar de manera gráfica y escrita los pasos y necesidades que requiere el software de manera óptima y sutil, para la obtención de los resultados previstos.



## **6. CONCLUSIONES.**

- RIEGOCHES, es un software que realiza el diseño agronómico, hidráulico y sistemas de riego, de una manera sistemática e integral y susceptible a actualización.
- RIEGOCHES, es una herramienta que realiza estudios de factibilidad de riego, en un tiempo corto.
- Es posible hacer conexiones entre diferentes lenguajes de programación como Visual Basic y AutoLISP analizando las estructuras.
- RIEGOCHES, enfatiza la optimización del riego desde la parte agrícola generando oportunidades a los usuarios de los sistemas de riego, logrando que la infraestructura cumpla los parámetros económicos, técnicos, sociales, políticos, ambientales.
- Se debe conocer las rutas programáticas y procesos internos que se pretende dar a un Software antes de su diseño.

## **7. RECOMENDACIONES**

- Antes de empezar a diseñar un sistema de riego se debe conocer las características del lugar y los factores sociales, económicos, técnicos, ambientales y políticos con los que se cuentan.
- Considerar la posibilidad de ampliar y probar el software RIEGOCHESSE por parte de la Carrera de Ingeniería Agrícola, a manera de tesis en los campos de riego por pulsos, fertirrigación, evaluación de los sistemas de riego u otros.
- Difundir el presente software a instituciones y personas interesadas contribuyendo a generar identidad y resaltar el nombre de la Carrera de Ingeniería Agrícola.
- RIEGOCHESSE, se puede ejecutar para cualquier sector, modificando la base de datos de Clima.
- El software RIEGOCHESSE, debe ser utilizado para el diseño y cálculo de los sistemas de riego a presión

## **8. BIBLIOGRAFIA.**

- **ACOSTA PATRICIA**, MS Excel 2010 con Programacion de Macros en VBA, En línea[[http://www.sacce.com/descargas/excel2010/Tutorial\\_excel\\_VBAplication.pdf](http://www.sacce.com/descargas/excel2010/Tutorial_excel_VBAplication.pdf)] Visitado: 4 de Abril al 14 de Julio 2013)
- **ARTEAGA EDUARDO**; 1990 Sistemas de Riego a Presión; Asociación de Especialistas en Irrigación, A.C. Congreso Nacional de Irrigación CD. Obregón, 1 al 4 de Abril de 1990, Ponencia.
- **CARABALLO M, ROJAS M.** 2010. Monografía de Apoyo para la Presentación de Proyectos e Informes de Tesis de Grado Universidad Nacional de Loja, En Línea.[[http://aeirnnr.unl.edu.ec/energia/images/stories/texto/electromecanica/marco\\_rojas/monografa%20proyecto%20de%20tesis%201.pdf](http://aeirnnr.unl.edu.ec/energia/images/stories/texto/electromecanica/marco_rojas/monografa%20proyecto%20de%20tesis%201.pdf)] Visitado: [29 de Junio 2013]
- **FAO** (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2006. Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma, IT. Serie Estudio FAO Riego y Drenaje, N° 56. 298 p.
- **FERNÁNDEZ D, MARTINEZ M.** 2001, SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO (Goteo-Microaspersión); Secretaria de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación de México; En Línea PDF [[www.coussa.mx](http://www.coussa.mx)] Visitado (3 de Abril del 2013).
- **GARCÍA, I; BRIONES, G.** 1997. Sistemas de Riego: por aspersión y goteo. México DF., MX. Trillas. 264 p.
- **GONZÁLEZ C, MENDOZA G, SÁNCHEZ G** 1990, Riego por Goteo. SENA UNIVERSIDAD NACIONAL, Colombia. Pp 7 – 59.

- **PIZARRO CABELLO, FERNANDO.** 1987, Riegos Localizados de Alta Frecuencia (Goteo, Microaspersión, Exudación). En MUNDI – PRENSA. Madrid, España. Pp. 377 – 454.
- **PHILO,** Plan Hidráulico de Loja, 1994, Departamento de desarrollo regional y medio ambiente secretaria ejecutiva para asuntos económicos y sociales. INERHI – PREDESUR - CONADE
- **REINOSO ACARO MARCO,** 2010 – 2011. Apuntes de Clase de Riego; Sistemas de Riego a Presión, Ingeniero Agrícola.
- **RODRÍGUEZ SUPPO FLORENCIO,** 1982, Riego por Goteo; México Editorial: A.G.T. Editor S.A. Pp. 131 – 149.
- **RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ ÁNGELA,** Bases de Datos 2013, Computación e Informática Aplicada, [<http://www.slideshare.net/angela1140/bases-de-datos-en-excel>] Visitado: ( 14 de Julio 2013)
- **MIJA SHANI, ELIMELEJ SAPIR;** 1984, Riego por Aspersión Equipos y Métodos; Ministerio de Agricultura de Israel; Centro de Cooperación Internacional para el Desarrollo Agrícola, en CINADCO Servicio de Extensión para Irrigación de Suelos; traducido al español por Jorge Tarchitzay; Pp. 8 – 35.
- **SAVALDI DANIEL;** 1991, Riego por Micro Aspersión; Ministerio de Agricultura de Israel; Centro de Cooperación Internacional para el Desarrollo Agrícola, En CINADCO, Pp. 15 - 57.
- **VISUAL BASIC EXCEL 2010,** Aprende Excel; Macros en Excel, En Línea [[http://msdn.microsoft.com/es-es/library/office/ee814737\(v=office.14\).aspx](http://msdn.microsoft.com/es-es/library/office/ee814737(v=office.14).aspx)] Visado [3 de Enero - 29 de Abril 2013]

## 9. ANEXOS

### Datos de Clima:

	La Argelia	Malacatos	Celica	Zapotillo	Catamayo	Saraguro	Quinara	Amaluza	Cariamanga	Quilanga
<b>Enero</b>	3,41	3,63	2,83	5,83	4,02	3,04	3,36	3,39	3,04	3,10
<b>Febrero</b>	3,41	3,64	2,62	5,85	3,89	3,09	3,58	3,52	3,09	2,99
<b>Marzo</b>	3,65	3,59	2,88	5,80	3,94	3,07	3,57	3,27	3,07	3,14
<b>Abril</b>	2,98	3,41	2,85	5,38	3,97	2,92	3,38	3,06	2,92	3,21
<b>Mayo</b>	3,13	3,18	2,97	5,02	4,04	2,72	3,13	2,90	2,72	3,15
<b>Junio</b>	3,14	3,16	3,09	4,77	4,10	2,59	3,03	2,79	2,59	3,13
<b>Julio</b>	3,47	3,23	3,18	4,96	4,15	2,63	3,15	3,14	2,63	3,57
<b>Agosto</b>	3,39	3,46	3,65	5,33	4,33	2,81	3,39	3,14	2,81	4,30
<b>Septiembre</b>	3,51	3,61	3,01	5,77	4,40	2,99	3,60	3,38	2,99	4,25
<b>Octubre</b>	3,42	3,68	3,21	5,97	4,35	3,07	3,66	3,90	3,07	3,75
<b>Noviembre</b>	3,57	3,61	3,17	6,07	4,45	3,04	3,59	3,51	3,04	3,50
<b>Diciembre</b>	3,67	3,60	2,79	5,87	4,28	3,01	3,50	3,47	3,01	3,47

Suelo:

Textura del suelo	velocidad de infiltración cm/hora	porosidad total	Da	CC	PMP
<b>Arenoso</b>	50.1	38	1.65	9	4
<b>Franco Arenoso</b>	25	43	1.5	14	6
<b>Franco</b>	14	47	1.4	22	10.1
<b>Franco Arcilloso</b>	8.5	49	1.35	27	13
<b>Arcillo Arenoso</b>	4	51	1.3	31	15
<b>Arcilloso</b>	0.5	53	1.25	35	17

Cultivo:

Cultivo	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>Pasto</b>	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
<b>Maiz (INIAP 172)</b>	0.45	0.75	1.15	0.5		0.45	0.75	1.15	0.5	0.8	1.2	0.5
<b>Frejol (Yunguilla)</b>	0.15	0.75	1.1	0.5		0.15	1.1	0.5	0.15	0.75	1.1	0.5
<b>Sandia</b>						0.45	0.75	1.5	0.9			
<b>Yuca</b>	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.82	1.1	1.1	1.1	1.1	0.8	0.45
<b>Ajo</b>						0.4	0.5	0.75	0.9	0.7	0.6	
<b>Mani</b>						0.45	0.9	1.1	0.5			
<b>Frutales</b>	0.5	0.5	0.54	0.57	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.58	0.57	0.55
<b>Maiz</b>	0.45	0.75	1.15	0.5		0.45	0.75	1.15	0.5	0.8	1.2	0.5
<b>Cebolla</b>	0.4	0.8	1.1	0.9	0.85	0.4	0.8	1.1	0.9	0.85		
<b>Tomate</b>	0.4	0.8	1.25	0.95	0.65			0.4	0.8	1.25	0.95	0.65
<b>Mani</b>	0.45	0.9	1.1	0.5		0.45	0.9	1.1	0.5	0.45	0.9	1.1
<b>Sandia</b>	0.45	0.75	1.5	0.9			0.45	0.75	1.5	0.9		
<b>Cacao</b>	0.45	0.45	0.8	0.8	1.15	1.12	1.5	1.5	0.85	0.85	0.8	0.8
<b>Cucurbitacias</b>			0.45	0.8	1.15	1.5	0.85	0.8				
<b>Palmera</b>	0.45						1.5	1.5	0.85	0.85	0.8	0.8
<b>Café</b>	0.45	0.45	0.8	0.8	1.15	1.12	1.5	1.5	0.85	0.85	0.8	0.8
<b>Hortalizas</b>	0.4	0.8	1.1	1	0.95	0.8	0.4	0.8	1.1	1	0.95	0.8
<b>Arveja</b>	0.5	0.85	1.2	0.9		0.5	0.85	1.2	0.9	0.5	0.85	1.2
<b>Frejol</b>	0.4	0.75	1.1	0.8		0.4	1.1	0.5	0.8	0.75	1.1	0.8
<b>Tomate</b>	0.7	1.15	1.1	0.75		0.7	1.15	1.1	0.75	0.7	1.15	1.1
<b>Pepino</b>	0.85	0.9	1	0.96	0.75	0.85	0.9	1	0.96	0.75		
<b>Pimiento</b>	0.4	0.4	1.1	1	0.8			0.5	0.5	0.75	1	1.1
<b>Yuca</b>		1.1	1	1.25	1.25	1	0.75	0.75	1	1.25	1.25	1
<b>Maíz</b>	0.45	0.75	1.15	0.5		0.45	0.75	1.15	0.5	0.8	1.2	0.5
<b>Caña</b>	0.4	0.9	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.15	0.9		
<b>Col</b>	0.5	0.7	1.1	1	0.95		1	0.7	1.1	1	0.95	
<b>Hortalizas</b>	0.4	0.4	1.1	1	0.8		0.4	0.5	0.5	0.75	1	1.1

Accesorios:

<b>TUBERÍA</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio</b>
<b>Tubo Presión PVC EC d=20mmx6mx2MPa</b>	u	3.65
<b>Tubo Presión PVC EC d=25mmx6mx1.6MPa</b>	u	4.14
<b>Tubo Presión PVC EC d=32mmx6mx1.25MPa</b>	u	6.38
<b>Tubo Presión PVC EC d=40mmx6mx1MPa</b>	u	7.67
<b>Tubo Presión PVC EC d=40mmx6mx1.25MPa</b>	u	9.99
<b>Tubo Presión PVC EC d=50mmx6mx0.80MPa</b>	u	10.46
<b>Tubo Presión PVC EC d=50mmx6mx1.00MPa</b>	u	11.37
<b>Tubo Presión PVC EC d=50mmx6mx1.25MPa</b>	u	13.48
<b>Tubo Presión PVC EC d=63mmx6mx0.63MPa</b>	u	12.51
<b>Tubo Presión PVC EC d=63mmx6mx0.80MPa</b>	u	13.34
<b>Tubo Presión PVC EC d=63mmx6mx1.00MPa</b>	u	16.03
<b>Tubo Presión PVC EC d=63mmx6mx1.25MPa</b>	u	19.57
<b>Tubo Presión PVC EC d=75mmx6mx0.63MPa</b>	u	15.74
<b>Tubo Presión PVC EC d=90mmx6mx0.50MPa</b>	u	17.57
<b>Tubo Presión PVC EC d=90mmx6mx0.63MPa</b>	u	21.55
<b>Tubo Presión PVC EC d=90mmx6mx0.80MPa</b>	u	27.22
<b>Tubo Presión PVC EC d=90mmx6mx1.00MPa</b>	u	32.47
<b>Tubo Presión PVC EC d=90mmx6mx1.25MPa</b>	u	36.00
<b>Tubo Presión PVC EC d=110mmx6mx0.50MPa</b>	u	24.35
<b>Tubo Presión PVC EC d=110mmx6mx0.63MPa</b>	u	29.58
<b>Tubo Presión PVC EC d=110mmx6mx0.80MPa</b>	u	37.29
<b>Tubo Presión PVC EC d=110mmx6mx1.00MPa</b>	u	47.79
<b>Tubo Presión PVC EC d=110mmx6mx1.25MPa</b>	u	53.80
<b>Tubo Presión PVC EC d=160mmx6mx0.50MPa</b>	u	51.92
<b>Tubo Presión PVC EC d=160mmx6mx0.63MPa</b>	u	70.34
<b>Tubo Presión PVC EC d=160mmx6mx0.80MPa</b>	u	78.80
<b>Tubo Presión PVC EC d=160mmx6mx1.00MPa</b>	u	106.73
<b>Tubo Presión PVC EC d=160mmx6mx1.25MPa</b>	u	126.68
<b>Tubo Presión PVC EC d=200mmx6mx0.50MPa</b>	u	68.42
<b>Tubo Presión PVC EC d=200mmx6mx0.63MPa</b>	u	95.64

<b>Tubo Presión PVC EC d=200mmx6mx0.80MPa</b>	u	113.44
<b>Tubo Presión PVC EC d=200mmx6mx1.00MPa</b>	u	156.61
<b>Tubo Presión PVC EC d=200mmx6mx1.25MPa</b>	u	193.29
<b>Polilimpia</b>	lt	5.75
<b>Polipega</b>	lt	11.67
<b>ASPERSIÓN</b>		
<b>Adaptador PL d=1/2" macho flex</b>	u	0.22
<b>Unión SP d=1/2" Polip rojo Monoca ref.</b>	u	0.28
<b>Flotador CM d=1 1/2" Helbert Origin.</b>	u	80.74
<b>Flotador CM d=2" Helbert Origin.</b>	u	79.59
<b>Bushing SP d=1 1/2"x1 1/4" HG Refo.</b>	u	0.75
<b>Llave PM p/manguera bronce RF</b>	u	5.66
<b>Manguera Polipropileno d=1/2" PN 90Psi</b>	m	0.25
<b>Aspersor IS d=1/2" M NANN 2.5mm. 5022BO</b>	u	12
<b>Aspersor doble boquilla q=1600 Lts/h</b>	u	12.3
<b>Microaspersor Q=70 Lph P=1.5 a 3 atm.</b>	u	2.34
<b>Filtro de anillo de 1 1/2", 200 mesh</b>	u	142.8
<b>Conector PVC d=20 mm</b>	u	0.31
<b>Conector PVC d=16 mm</b>	u	0.29
<b>Aspersor NAAN d=3/4"Q= 1.51 m3/hora</b>	u	35.33
<b>Aspersor NAAN d=1/2"Q= 0.93 m3/hora</b>	u	27.63
<b>Collarín derivación d=50mm.x1/2"/Simple</b>	u	1.87
<b>Collarín derivación d=63mm.x1/2"/Simple</b>	u	1.88
<b>Collarín derivación d=75mm.x1/2"/Simple</b>	u	3.15
<b>Collarín derivación d=90mm.x1/2"/Simple</b>	u	2.94
<b>Collarín derivación d=110mm.x1/2"/Simple</b>	u	4.63
<b>GOTEO</b>		
<b>Universal H.G. roscable d=2"</b>	u	8.37
<b>Universal H.G. roscable d=2"</b>	u	9.37
<b>Universal H.G. roscable d=3"</b>	u	12.12
<b>Universal H.G. roscable d=3"</b>	u	13.12
<b>Universal H.G. roscable d=4"</b>	u	37.2
<b>Universal H.G. roscable d=4"</b>	u	38.2



<b>Universal H.G. d=1"</b>	u	1.04
<b>Universal H.G. d=1"</b>	u	2.04
<b>Filtro de anillo de 80 Mesh</b>	u	78.71
<b>Válvula bola PVC E/C d=40mm univ PN16 At</b>	u	10.89
<b>Válvula bola PVC E/C d=25mm univ PN16 At</b>	u	4.72
<b>Válvula bola PVC E/C d=32mm univ PN16 At</b>	u	6.56
<b>Válvula bola PVC E/C d=50mm univ PN16 At</b>	u	16.89
<b>Válvula bola PVC E/C d=63mm univ PN16 At</b>	u	27.13
<b>Válvula bola PVC E/C d=75mm univ PN16 At</b>	u	85.2
<b>Válvula bola PVC E/C d=90mm univ PN16 At</b>	u	93.85
<b>Válvula bola PVC E/C d=110mm univ PN16 A</b>	u	144.4
<b>Regulador presión PVC d=1 1/4" 1 a 10 PSI</b>	u	28.8
<b>Regulador presión PVC d=3/4" a 20 PSI</b>	u	19.55