



---

## Sistema de Información para Proyectos/ Sistemas de Riego “CERES-Pro”

An Information System for Irrigation Projects  
“CERES-Pro”

---

Lupercio I.  
De Bievre B.  
Espinoza M. [mespinoz@ucuenca.edu.ec](mailto:mespinoz@ucuenca.edu.ec)  
UNIVERSIDAD DE CUENCA, ECUADOR

### ABSTRACT

*La Universidad de Cuenca mediante el Programa para el Manejo de Agua y del Suelo (PROMAS) y el Instituto para el Manejo de Tierra y Agua de la Universidad Católica de Lovaina (K U. Leuven), están desarrollando el Proyecto de Investigación "Manejo día a día de Sistemas de Riego". El objetivo principal es desarrollar y probar un Sistema de Soporte para la toma de Decisiones con relación al manejo diario de los sistemas de riego. Debido a la gran cantidad y diversidad de los datos que intervienen en los sistemas de riego, el manejo de esta información se vuelve muy complejo. El programa CERES-Pro permite el manejo de datos administrativos, catastro, cultivos, suelos, clima, hidráulicos entre otros, lo que posibili-*

*taría tener una idea mas clara en cuanto a la oferta y demanda de agua del sistema.*

*El programa presenta interfaces sencillas de manejar lo que facilita su aprendizaje y utilización. El proceso de transferencia de esta tecnología se lo ha realizado durante todo el proceso de desarrollo ya que el trabajo ha sido realizado en continua interacción con los usuarios.*

## 1. ANTECEDENTES

El agua es fundamental para cualquier forma de vida y es distribuida en forma desigual en el espacio y en el tiempo y los diferentes usos compiten cuantitativamente y cualitativamente. Debido a que el sector riego es uno de los subsectores más grandes de los recursos hídricos del planeta, el mayor desafío del sector riego es producir más, con menos agua.

No es muy frecuente la aplicación de herramientas computacionales para mejorar la distribución del agua. Debido a ello, se produce un manejo deficiente de la información, con procedimientos de inventario y técnicas de procesamiento y almacenamiento de datos inadecuados.

La consecuencia de esto es que las decisiones de manejo de los sistemas de riego rara vez están basadas sobre datos confiables.

Con estos antecedentes, la Universidad de Cuenca mediante el Programa para el Manejo de Agua y del Suelo (PROMAS) y el Instituto para el Manejo de la Tierra y Agua de la Universidad Católica de Lovaina, Bélgica (K.U. Leuven), están desarrollando el Proyecto de Investigación "**Manejo día a día de Sistemas de Riego**".

La meta principal del proyecto es desarrollar y probar un sistema de soporte de decisiones (SSD) que permita a las agencias de riego de los países en vías de desarrollo mejorar el despacho de agua y su aprovechamiento. Como parte del SSD existirá un sistema de información como base para la cuantificación de la entrega y demanda del agua, debido a que se requiere de un volumen relativamente grande de datos sobre el estado del área del proyecto.

## 2. INTRODUCCIÓN

Debido a la gran cantidad y diversidad de los datos que intervienen en los sistemas de riego, el manejo de esta información se vuelve muy compleja. El sistema computacional CERES-Pro permite almacenar ordenada y adecuadamente estos datos; para luego poder utilizar esta información en las actividades diarias del manejo del riego.

El sistema está organizado por módulos de los siguientes temas:

- Administrativos (Usuarios del Riego, Planillas, Mingas, etc.)
- Catastros
- Cultivos
- Suelos
- Meteorológicos (Datos de clima)
- Hidráulica
- Hidrología

Los dos primeros módulos mencionados conforman el programa computacional CERES y el software para profesionales que incorpora todos los módulos se lo ha denominado CERES-Pro.

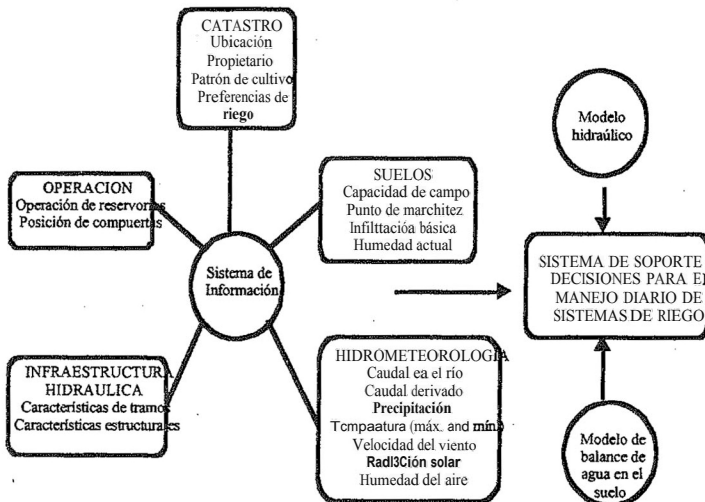


Figura 1. Estructura general del Sistema de Información

### **3. PROTOTIPO: SISTEMA DE RIEGO PATOCOCHA**

Para llevar a cabo la investigación se utilizaron datos del proyecto de riego Patococha ubicado en la Provincia de Cañar, cantón Cañar, parroquia Chorocopte. Se ha elegido dicho proyecto ya que reúne la mayoría de características de un proyecto de riego y es representativo para los proyectos de riego medianos en la zona Sur del Ecuador.

El área de estudio se encuentra delimitada al norte por el río Cañar, al este por la quebrada Puca Huaicu y un tramo de la carretera Panamericana Cuenca-Guayaquil y al oeste por la quebrada Jirincay. El área del proyecto varía altimétricamente desde la cota 2755 m.s.n.m. hasta la cota 3400 m.s.n.m.

El área total de irrigación es de 1200 ha. la cual está dentro de un área bruta de 10.000 ha. La tierra está caracterizada por grandes pendientes (pendientes hasta el 30% son consideradas como regables). Los suelos son Cambisols y Luvisols, generalmente con propiedades vérticas. Las parcelas van de pequeñas a muy pequeñas (0.25ha a 1 ha.), principalmente debido a la alta densidad de población de los indígenas cañaris, por lo general muy aptos para el cultivo de tubérculos (papas, mellocos, ocas, etc.), son igualmente aptas para cultivos de ciclo corto como arveja, maíz, trigo, cebada legumbres y hortalizas.

Para el riego de la zona considerada se utilizan aguas del río Seel que pertenece a la cuenca del río Cañar. Las zonas de riego se encuentran a una distancia promedio de 10 Km. del canal principal. Para llevar el agua a las zonas de riego se toma el agua del canal principal y la distribución se la realiza mediante derivaciones secundarias y terciarias hasta las diferentes parcelas. La longitud de las derivaciones secundarias y terciarias es de más de 60 Km. En este proyecto se practica el riego por turnos y está equipado con estructuras para regular el flujo.

La administración del riego del Proyecto Patococha está a cargo de la organización campesina "TUCAYTA".

### **4. NECESIDADES DE MANEJO DE INFORMACIÓN EN LOS SISTEMAS DE RIEGO**

Para el análisis de los requerimientos de los usuarios o técnicos en cuanto al manejo de la información, se considera la información disponible, los tipos de usuarios y sus necesidades.

## **Información disponible**

Para cumplir con sus actividades, los administradores de riego cuentan con los datos personales de los beneficiarios del riego y listados de comunidades de minga y de residencia, datos de módulos o submódulos entre otros.

Además existe un conjunto de valores fijados por organismos externos y/o por la propia administración, para el cálculo de montos por la utilización del agua para el riego. Con estos valores se generan anualmente un conjunto de planillas para cada uno de los usuarios del riego, se cobran multas por incumplimiento de obligaciones, se realizan cobros adicionales por conceptos varios, se imponen intereses por mora.

El personal de una administradora de riego, además de la parte administrativa desarrolla actividades técnicas tales como: levantamiento de mapas catastrales del área de riego y actualizaciones del catastro en base a mediciones de campo. En algunas ocasiones existen mapas de otros temas como suelos, pendientes, información sobre la infraestructura hidráulica. Esta información se encuentra en mapas dibujados en papel.

Estos mapas contienen identificadores para que puedan ser relacionados con sus propios atributos, así en los mapas catastrales, existe un identificador para cada una de las parcelas; este número catastral es utilizado para relacionar la parcela con los datos administrativos de los usuarios.

## **Necesidades de los usuarios de las administradoras de riego**

En las administradoras de riego es necesario el manejo de la información disponible de manera fácil y ágil.

Los datos de usuarios del riego, listado de comunidades, y valores fijados para cobros de planillas, son modificados frecuentemente. Por lo tanto, es necesario que las administradoras de riego cuenten con un mecanismo para el mantenimiento de esta información temática.

Por otra parte, la información de catastros consiste de un grupo de mapas que generalmente no se encuentran actualizados debido a diferentes factores, por ejemplo, divisiones de terrenos por herencia que no han sido registradas ó falta de personal técnico para el levantamiento topográfico. Es ne-

## **Memorias**

cesario que las administradoras de riego puedan contar con un sistema que les permita realizar actualizaciones en el catastro de una manera ágil y sencilla de realizar.

Además es importante que los datos de los propietarios y áreas de terreno coincidan con la información de los mapas catastrales. Dadas las características de los datos será necesario implementar una base de datos de atributos relacionada con información cartográfica digital y una metodología para actualizarlos.

Es necesario para la aplicación de un sistema computarizado, establecer los requerimientos de los diferentes tipos de usuarios. Es cierto que las necesidades definidas en una fase inicial jamás serán completas; sin embargo, se tiene que destacar la importancia de informar a los usuarios las posibilidades de los sistemas computacionales para definir en un proceso interactivo las indicaciones necesarias para llegar a un prototipo. Involucrar a los usuarios desde la primera fase puede ser un conflicto, sin embargo, es necesario para llegar a una herramienta funcional en la realidad.

### **Perfil de los usuarios**

El sistema tendría que ser manejado por personal de las administradoras de riego quienes tendrían que aportar los datos necesarios para tener un sistema siempre actualizado.

El perfil de los usuarios es muy variable. El nivel de capacitación de los usuarios en las instituciones administradoras del riego varía y generalmente podemos distinguir los siguientes grupos:

- Usuarios egresados de primaria
- Usuarios egresados de secundaria
- Usuarios con conocimientos básicos de computación
- Usuarios con conocimientos de programación y base de datos. Estos son generalmente personal contratado por las administradoras de riego o personal de ayuda de otros proyectos o de algún convenio interinstitucional.

### **Sistema Actual en el Proyecto de Riego Patococha**

En las administradoras de riego generalmente ya existen métodos manuales de manejo y mantenimiento de la información. En algunos casos inclu-



so se cuenta con un pequeño sistema computarizado para el manejo de los datos.

Como ya se ha mencionado anteriormente el proyecto de investigación "Manejo día a día de Sistemas de Riego", está utilizando como prototipo el Proyecto de Riego Patococha. En este caso específico, la administración está a cargo de la organización campesina "TUCAYTA".

La "TUCAYTA" administradora cuenta con los mapas (en papel) de todo el proyecto de riego. Estos mapas fueron realizados hace algunos años por el INERHI y por lo tanto no se encuentran con las últimas actualizaciones. Los mapas no se encuentran actualizados debido a la falta de personal capacitado para realizar levantamientos topográficos y a los escasos recursos económicos con los que se cuenta para contratar a personal especializado.

En la TUCAYTA se cuenta con un pequeño sistema de base de datos realizado en FoxPro 2.5 (versión DOS). Este sistema básicamente realiza el mantenimiento de datos personales de los usuarios del riego y calcula los montos que se debe pagar por utilización del agua para cada terreno.

El sistema de base de datos que se maneja en la TUCAYTA actualmente, presenta algunos limitantes por ejemplo para el cálculo de montos a pagar no se puede fijar nuevos rubros para cobro de interés por mora, el manejo de los datos de usuarios se lo realiza a nivel de personas siendo necesario contar con información a nivel de familia (conformada máximo por dos personas), etc.

Además el manejo de la información cartográfica no mantiene la relación con la información descriptiva, es decir que si se realizan divisiones de terrenos solo los datos de nuevos propietarios son actualizados mientras tanto en el mapa no existe tal división.

Para el manejo óptimo de la información en la TUCAYTA es necesario la implementación de métodos que permitan la actualización y manipulación de datos de usuarios del riego organizados por familias, comunidades de minga y residencia, tarifas administrativas, entre otros.

Además es necesario mantener actualizados los mapas catastrales sin que esto represente costos elevados para la administradora. La información cartográfica debe mantener una íntima relación con los datos descriptivos.

Debido a los escasos recursos financieros con los que generalmente se cuenta en las administradoras de riego, el sistema que se utilice para llevar a cabo el mantenimiento de información debe ser económico. Para determinar el costo real de la implantación de un sistema a un determinado proyecto es necesario considerar los costos de hardware necesario, capacitación de personal y costos de software adicional.

## 5. LOS SIGs vs SOFTWARE ESPECÍFICO

Hay sin ninguna duda una oferta enorme de software disponible para resolver los requisitos de la sección anterior. Por otra parte hay muchos ejemplos donde las soluciones teóricas demuestran no ser prácticas en la realidad. Esto se produce generalmente por la falta de interacción entre el usuario del software y los desarrolladores o por una visión muy global de las necesidades. A continuación se discute sobre los sistemas de información geográfico como un software de propósito general y luego se plantea el uso de software específico CERES-Pro.

### S. I. SIG

Los sistemas de información geográfica son programas que tienen un aspecto geográfico claro. Tienen gran capacidad de almacenamiento, análisis y representación de datos espaciales (mapas) y atributos (descriptivos).

Muchos problemas que encontramos en la administración de los proyectos de riego muestran claramente un componente geográfico. La buena gerencia de los proyectos de riego es solamente posible si uno sabe donde está la porción de la persona A; o cuántas hectáreas tienen familia B, o cómo el propietario C dividió su parcela D en dos nuevas parcelas E y F para sus hijos G y H.

Cómo solucionan los SIG estos problemas? Los SIG dividen la información en la información descriptiva y cartográfica.

La información descriptiva generalmente es tratada como una base de datos. Actualmente la mayoría de los SIG permiten que el usuario conecte una base de datos de su preferencia con el sistema geográfico. Es así que los SIG necesitan ser automatizados para que se ajusten a resolver un problema específico.



La popularidad de los sistemas de información geográfico ha tomado gran fuerza en los últimos años, sin embargo, es importante previo a la instalación de un SIG considerar los requerimientos específicos de los usuarios, los costos de este software, hardware, el equipo técnico para automatizarlo y las necesidades futuras de la organización.

## 5.2. (ERES - Pro

*CERES* es un programa computacional que automatiza las tareas diarias de las administradoras de riego, tales como mantenimiento del padrón de usuarios, catastros, cobro de planillas, entre otras. La versión *CERES Profesional* añade módulos que permiten trabajar con información técnica de los proyectos o sistemas de riego, estos son: suelos, clima, pendientes, cultivos, hidráulica.

Este programa permite efectuar la relación entre mapas (información geográfica), con datos de atributos (información descriptiva), sin tener que utilizar otro programa gráfico para poder efectuar la visualización de la información cartográfica. A pesar de que las funcionalidades de *CERES-Pro* están cubiertas por la mayoría de SIG, el sistema presenta interfaces sencillas que pueden ser utilizadas por personas con conocimientos básicos de computación, al contrario de un SIG que requiere un personal técnico que efectúe esta operación. Finalmente *CERES* está traducido al quichua lenguaje natal de muchos de los usuarios de los sistemas de riego de la región Andina.

*CERES-Pro* puede funcionar en una PC "normal" implementada con el sistema operativo Win95, 98.

### Algunas funcionalidades de CERES Pro

#### Módulo Administrativo y Catastros (CERES)

- I. Importar, Visualizar archivos .dxf que contengan líneas y/o polilíneas.
- II. Editor Gráfico: Los mapas digitales casi siempre poseen errores. *CERES* ha implementado un pequeño editor gráfico que posee

herramientas para ampliar (zoom), reducir (unzoom), seleccionar líneas, mover puntos y dividir líneas, para la corrección de mapas catastrales.

- III. Cálculo automático de áreas
- IV. Manejo de datos administrativos con interfaces que permite el ingreso actualización, eliminación de datos descriptivos como listado de comunidades, padrón de usuarios, valores de las tarifas, intereses. Además calcula las planillas de pago para cada propietario & parcelas, genera tumos de riego, registro de mingas, etc.
- V. Relación de información cartográfica con descriptiva. El sistema permite relacionar cada polígono con sus atributos, por ejemplo cada parcela con su propietario. Esta tarea se realiza relacionando directamente la tabla de datos descriptivos con la tabla geográfica que contiene la identificación de cada polígono en el mapa.
- VI. Actualización del catastro. El sistema ha incorporado un módulo de división de terrenos con herramientas para mostrar distancias, trazar y eliminar líneas. En el mismo proceso se podrá actualizar datos descriptivos de los nuevos lotes.
- VII. Configuración de CERES para ajustarlo a las necesidades específicas de los proyectos o sistemas de Riego
- VIII. Selección de idioma (qichua\español)

### **Suelos:**

- I. Se puede realizar el ingreso de los tipos de suelos con el número de horizontes para cada uno.
- II. Interfaces que permiten el mantenimiento de datos de las características de los suelos (capacidad de campo, punto de marchitez, k de saturación, infiltración)

Estos datos descriptivos pueden ser relacionados directamente con el mapa de suelos de forma similar a la mencionada en la sección anterior

### **Clima:**

- I. Con este módulo es posible trabajar con diferentes estaciones meteorológicas.

- II. Realizar el ingreso y modificación de información climática : temperatura máxima, mínima, precipitación, velocidad del viento, radiación solar.
- III. Cálculo de promedios mensuales de estos parámetros meteorológicos (climáticos y precipitaciones)
- IV. Cálculo de la evapotranspiración de referencia mediante el método de Penman Monteith
- V. Probabilidad de ocurrencia de precipitaciones: Se puede realizar el cálculo usando una distribución Log-Normal o la distribución Log-Pearson Tipo III , mediante el método de los factores de frecuencia propuesto por Ven Te Chow.
- VI. Resultados gráficos para comparar los diferentes parámetros climáticos para una estación determinada

En este módulo se puede trabajar con datos mensuales o datos diarios

## **Mapa de pendientes**

### **Cultivos:**

- VII. Ciclo del cultivo (fases de desarrollo de los cultivos, coeficientes de cultivo, profundidad de las raíces)
- VIII. Rotaciones de cultivos
- IX. Cálculo de las necesidades de agua y de riego para cultivos individuales y rotaciones.

### **Hidráulica:**

- X. Mapa de la infraestructura hidráulica
- XI. Características físicas del canal.
- XII. Ubicación de estructuras hidráulicas en el mapa.
- XIII. Este módulo organiza todos los parámetros necesarios para la implementación de un modelo hidrodinámico del sistema de canales.

### **Capas:**

Con este módulo es posible la sobreposición de todas las capas de información cartográfica con las que se este trabajando en el sistema.

Además se puede importar otras que disponga el usuario, por ejemplo casas, vías, etc.

## **PROYECTOS QUE HAN APLICADO (ERES)**

### Proyecto de Riego Licto

Ubicación: Sierra del Ecuador

Provincia: Chimborazo

Número de Usuarios: 3400 familias aproximadamente

Ha. Bajo riego: 1700 ha

Número de Parcelas: 15000 parcelas aproximadamente en 115 módulos

Organización Responsable: Junta General de Usuarios - CESA

### Proyecto de Riego Patococha

Ubicación: Zona Sur del Ecuador,

Provincia: Cañar.

Ha. Bajo riego: 1110 ha

Número de Módulos: 51 módulos

Tamaño promedio de las parcelas: 0.5 ha

Organización Responsable: TUCAYTA.

### Proyecto de Riego Chambo (En ejecución).

Ubicación: Sierra del Ecuador,

Provincia: Chimborazo

Número de Usuarios: 10000 familias aproximadamente

Organización Responsable: Corporación de Regantes

## CONCLUSIONES

Ha sido importante poder trabajar con datos reales durante el desarrollo lo que trae varias ventajas tales como:

- Una mejor definición de requerimientos, pues si bien los usuarios tienen una idea aproximada de lo que necesitan, solo en un trabajo interactivo con los desarrolladores se puede llegar a los verdaderos requerimientos.
- Contacto con datos reales los que casi nunca están en los formatos que los programadores imaginan.
- Es importante el estudio de los métodos manuales para calificar su eficiencia y demostrar las mejoras con el uso de métodos computacionales (si existieran).
- La constante interacción con los usuarios de la administradora del proyecto de riego Patococha lo que ha permitido probar y mejorar el sistema.
- La traducción no solamente ha servido para que los usuarios indígenas tengan mas fácil acceso al programa; sino también para que la implementación de esta tecnología tenga una mayor aceptación ya que les permite utilizar la tecnología conservando sus valores culturales .