



UNIVERSIDAD
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL
PIRHUA

SISTEMA DE INFORMACIÓN DE RIEGO PARA EQUIPOS PRESURIZADOS

Víctor Ramírez-Lora

Lima, agosto de 2017

FACULTAD DE INGENIERÍA

Ramírez, V. (2017). Sistema de información de riego para equipos presurizados. En E. Carrera (Dir.), *I Congreso Internacional de Ingeniería y Dirección de Proyectos III Congreso Regional IPMA – LATNET*, (pp. 273-283). Lima: Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería.



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

[Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura](#)

I CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA Y DIRECCIÓN DE PROYECTOS III CONGRESO IPMA-LATNET

SISTEMA DE INFORMACIÓN DE RIEGO PARA EQUIPOS PRESURIZADOS

Víctor Ramírez

RITEC Riegos Tecnificados, Departamento de Investigación y Desarrollo, Manzana. G-17 Urb. El
Ingeniero I – Chiclayo, Lambayeque, Perú.

Autor en correspondencia: Ramírez, Víctor.

Correo electrónico: victor.ramirez@ritec.com.pe

Palabras clave: Sistema, Información, Riego, Agrotecnología

RESUMEN

Las agroindustrias en la zona norte de Perú enfrentan el reto de producir mayor cantidad de alimentos para el mundo en: un entorno de cambio climático, limitado número de hectáreas aptas para agricultura, escasez hídrica y mayores regulaciones gubernamentales sobre alimentos. La correcta gestión del agua en sus sistemas de riego permite mejorar la productividad del cultivo, incrementar rentabilidad, cumplir regulaciones y adaptarse al cambio climático.

El propósito de esta investigación fue desarrollar un sistema de información de riego para equipos presurizados. La metodología comprendió análisis de requisitos, desarrollo de hardware climático, edáfico, software web y la integración de ellos en un sistema de información de riego. El resultado fue un software web alojado en la página web (www.ritec.com.pe) conectado a un prototipo de estación climática o prototipo de estación suelo, denominados Uklima y Suelotec respectivamente. El sistema muestra el contenido de humedad volumétrica de los suelos de diversos sectores de riego y actualiza los calendarios de riego diariamente para mantener la humedad del suelo en un rango óptimo para el desarrollo de los cultivos.

Keywords: System, Information, Irrigation, Agrotechnology

ABSTRACT

Agribusiness in northern Peru face the challenge of produce more food for the world inside a climate change environment, limited suitable areas for agriculture, water scarcity and increased government food regulations. The correct water management in their irrigation systems allows improve crop productivity, increase profitability, comply with regulations and adapt to climate change.

The purpose of research was to develop one information system of irrigation for pressurized equipment. The methodology include analysis of requirements, development of hardware climatic and edaphic, web software and integration of them into one irrigation information system. The result was a web software hosted on the website (www.ritec.com.pe) connected to one prototype weather station or prototype soil station, called Uklima and Suelotec respectively. The system shows the volumetric moisture content of the soils of several irrigation sectors and updates the irrigation schedules daily to maintain soil moisture in optimum range for crop development.

1. Introducción

En la historia de Perú la agricultura ha sido una actividad económica importante y necesaria para sus pobladores. La demanda de alimentos de sus habitantes y el intercambio de productos como parte de su comercio impulsaron el desarrollo de una agricultura bajo riego en la cual debieron encarar grandes retos, como escasez de agua en la costa, escasa capa arable y pronunciadas pendientes del suelo agrícola en la sierra. Sin embargo, lograron cultivar grandes extensiones de terreno en la costa y en la sierra desarrollando una economía agraria sostenible. Actualmente en Perú, la agricultura sigue siendo una actividad importante, contribuye con cerca del 4.5% del PBI, el 9% de las exportaciones totales y concentra el 25 % de la población económicamente activa, además consume el 80% del agua dulce del país a través del riego de cultivo (Banco Mundial, 2012), por estas razones es necesario fomentar el desarrollo de soluciones tecnológicas que optimicen su uso.

La agricultura peruana presenta dos segmentos diferenciados: intensiva y extensiva, en la primera se evidencia una mayor existencia de capital, conocimiento y tecnología lo cual logra elevados rendimientos de cultivo y asegura buenos precios de comercialización; el segundo segmento se caracteriza por escaso capital, limitado conocimiento y baja adopción de tecnologías influyendo en bajos rendimientos e inadecuado precio de comercialización. La costa de Perú, desde hace algunos años muestra un incremento de terrenos dedicados al desarrollo de agricultura intensiva, esta zona se caracteriza por poseer un clima de régimen regular, ríos de régimen irregular que forman valles agrícolas a través de redes de canales, sistemas de bombeo de las aguas subterráneas (acuíferos libres y confinados), suelos pesados (arcillosos) en los valles y suelos ligeros (arenosos) en la zona intervalles. Las empresas dedicadas a la agroexportación para lograr desarrollarse, destinan grandes recursos financieros para invertir en tecnologías que logren optimizar el uso de los recursos y la producción agrícola.

Una de las principales inversiones que vienen realizando es la adopción e implementación de equipos presurizados de riego para lograr una distribución eficiente y uniforme del agua en sus campos. Dado que el agua es un recurso escaso en esta zona, se debe extraer el agua del subsuelo a través de sistemas de bombeo que consumen permanentemente combustible como energía para impulsar el agua hacia el campo en caudal y presión necesaria o almacenar el agua proveniente de la red de canales de organizaciones de regantes, en reservorios para su posterior impulsión hacia el campo. Los equipos presurizados en campo poseen redes de tuberías que permiten la distribución de agua por turnos siendo al final los emisores de riego goteros o aspersores los elementos que entregan un caudal directamente en la zona superior de las raíces. Los equipos presurizados son la infraestructura básica para un riego uniforme, sin embargo, determinar la cantidad de agua por aplicar y su frecuencia es necesario para que el sistema funcione de modo óptimo. Satisfacer los requerimientos de agua de las plantas es el objetivo final del riego, para esto existen diversos métodos que calculan la dosis de riego necesaria a reponer. Una de estos métodos es el propuesto por la FAO el cual consiste en reponer la humedad agotada del suelo manteniendo en campo la humedad a un nivel de capacidad de campo, permitiendo de este modo lograr un normal desarrollo vegetativo del cultivo (Allen, Pererira, Raes, & Smith, 2006). La presente investigación sistematiza a través de un sistema de información de riego integral este método en un software web y enlaza remotamente prototipos de sensores que entregan información al sistema. Los calendarios de riego son el formato a través del cual el sistema entrega la información de riego diaria, señalando la cantidad de agua que debe ser aplicada por turno.

2. Propósito

La investigación desarrolla un sistema de información de riego, el cual está compuesto por dos prototipos de monitoreo de variables en tiempo real: estación climática (clima) y estación edáfica (suelo) y un software web de analítica de datos agroclimáticos con fines de programación de riego. El software a nivel comercial incrementa la propuesta de valor de dos servicios de monitoreo remoto clima y edáfico (telemetría) que comercializa la empresa RITEC Riegos Tecnificados E.I.R.L. patrocinador del proyecto.

Parte de la investigación consiste en desarrollar un prototipo de sensor remoto climático y un prototipo de sensor edáfico necesario para el abastecimiento continuo de datos al sistema. El software web está compuesto por cinco módulos: (Clima – Suelo – Terreno - Cultivo – Riego) (RITEC Riegos Tecnificados, 2013), siendo el módulo riego el dedicado a sistematizar tres métodos de cálculo de parámetros climáticos e hidrofísicos para generar recomendaciones de riego en formato de calendarios de riego diarios. Estos indican la cantidad y frecuencia de riego de agua a reponer en los diversos turnos de equipos de riego presurizados (goteo y/o aspersion) bajo el escenario de un normal desarrollo vegetativo del cultivo. Los tres métodos de cálculo sistematizados son: evapotranspiración de cultivo, balance hídrico en suelo agrícola y programación de riego por turnos para reponer humedad a nivel de capacidad de campo. El software estará alojado en el servidor de la empresa RITEC, siendo su acceso a través de un usuario y contraseña.

3. Metodología

3.1 Desarrollo de hardware

El sistema de información de riego requiere información del clima y/o suelo de un campo agrícola específico para generar sus recomendaciones de riego. La primera opción para acceder a la data de campo requerida, fue utilizar sensores comerciales que transmitan a la nube los datos registrados y permita la descarga en tiempo real de los datos a servidores locales de RITEC. Luego de verificar las opciones comerciales disponibles en el mercado se comprobó que algunas de ellas transfieren datos a la nube visualizando en un entorno virtual, la información en gráficos, cuadros, tablas. Sin embargo, ninguna de ellas permite la descarga directa de la data para su posterior análisis. Los usuarios que vienen utilizando estos equipos también manifestaron limitaciones y complicaciones en los mantenimientos y elevado costo los servicios adicionales que conllevan los equipos.

Por estos motivos y luego de una evaluación económica se determinó desarrollar dos prototipos de hardware: climático y edáfico, compuesto por dataloggers con protocolos de comunicación, alimentación de energía solar y soportes. El hardware climático se denominó “Estación climática Uklima” y el hardware edáfico “Estación Suelotec”.

3.1.1 Tarjeta de circuito impreso (PCB)

Para reducir los costos de explotación de los dataloggers climático y edáfico se determinó que ambos equipos utilicen una misma tarjeta de circuito impreso, así como un mismo sistema de abastecimiento y reserva de energía solar.

a. Materiales

Se utilizaron diversos componentes electrónicos en la elaboración del circuito impreso. Adicional a los elementos se necesitó una base de Fibra de vidrio FR#4 y herramientas básicas de electrónica como multítester, grabador, taladro, cautín, soldador. Los sensores climáticos adaptados fueron: temperatura exterior, humedad relativa, dirección

de viento, velocidad de viento, precipitación y evaporación de referencia. La comunicación de la tarjeta con el servidor demandó el uso de módulos de comunicación GPRS, Wifi, y Bluetooth.

b. Método

b.1. Análisis de requerimiento

A través de reuniones de trabajo se definió los requisitos básicos de la estación climática Uklima y estación edáfica Suelotec. Este análisis se basó en el estudio de las características de sensores y limitaciones de las estaciones y sensores comerciales actuales. Las acciones a realizar por los dispositivos se proyectaron bajo comunicación por GPRS, Wifi y Bluetooth, novedad principal del dispositivo.

b.2. Programación de Firmware

El código del firmware del circuito impreso se programó utilizando el programa compilador de PIC "mikroC pro" en la versión para PIC 32. EL lenguaje empleado para la programación fue el C++. El microcontrolador PIC32MX795F512L de la compañía Microchip fue seleccionado para desarrollar las principales funciones del circuito impreso.

b.3. Diseño de diagrama esquemático y diagrama de bloques

El programa empleado para realizar los diagramas esquemáticos y de bloques fue el Eagle Cad Soft. En este programa se diseñó el diagrama del circuito electrónico (esquemático), el desarrollo de la ubicación final de los componentes, pistas y caminos de conductores a través del diagrama de bloques.

b.4. Confección de tarjeta final

La tarjeta se confecciona sobre una base de fibra de vidrio FR-4 la cual contiene una placa de cobre. Sobre esta placa se colocaron los diversos componentes electrónicos indicados en el diagrama esquemático. La colocación de los componentes se realizó bajo la metodología "tecnología de montaje superficial".

3.1.2 Diseño de sistema de abastecimiento de energía solar

a. Materiales

Se utilizaron diversos componentes eléctricos como: multímetro, pinza amperimétrica, batería de 12 voltios y 18 Amp-H, panel solar de 10, 20 y 35 watts. Controlador de carga de 12 voltios, cables eléctricos.

b. Método

Medición de parámetros eléctricos del dispositivo en modo de funcionamiento normal. Se mide el consumo de voltaje y amperaje para determinar la demanda energética instantánea y promedio diaria. Posteriormente se evalúa la oferta de energía de la batería y el sistema de energía solar - control de carga. Finalizamos determinando el balance de energía del sistema eléctrico para verificar el dimensionado correcto de los componentes del sistema.

3.1.3 Diseño y construcción de estructura física

a. Materiales

Se utilizaron elementos como pernos, tuercas, tubos metálicos cuadrados, rectangulares y cilíndricos. Cada elemento utilizado recibió tratamientos en factoría y alguno de ellos en tornos. Las carcasas protectoras de los circuitos impresos fueron cajas de pasos, a las cuales se les colocaron acrílicos y respectivos empaques para orificios de entrada. Todas las estructuras reciben tratamientos galvanizados para mejorar su resistencia exterior a la abrasión del medio ambiente.

b. Método

b.1. Análisis de requerimientos

La caracterización de las estructuras se realizó luego de reuniones con ingenieros de campos y técnicos de fundos ubicados en la zona media de los valles Olmos y Cascajal en la región Lambayeque. El análisis de la información brindada determinó los componentes finales que debería tener cada estructura de soporte.

b.2. Elaboración de Planos

Se utilizó el programa Autocad Inventor para el diseño del dispositivo en tres dimensiones. Se diseñaron las piezas necesarias y otras fueron extraídas de librerías Cad. Los planos permiten definir y corregir los errores de conexión en conducción de agua y cableado definiendo los parámetros de confección del prototipo.

b.3. Ensamblaje

Los componentes medición, control, potencia, plataforma colectora de datos, conducción y estructura de soporte de los prototipos Uklima y Suelotec se ensamblaron en el taller de la empresa RITEC.

3.1.4 Pruebas de Funcionamiento

Luego de ensamblar los equipos y verificar su funcionamiento en el taller de RITEC, se procedió a realizar pruebas de su funcionamiento en campos agrícolas ubicados en los valles agrícolas: Cascajal, Olmos, Motupe, Chancay y Zaña. Las pruebas validaron el funcionamiento en condiciones reales de operación, siendo estas:

- Validación de alimentación energética de dispositivos.
- Funcionamiento auto sostenible en el tiempo.
- Evaluación de intensidad de señal de subida y descarga de datos con diferentes operadores de señal celular.
- Recuperación autónoma de señal ante caída de señal de datos.
- Conexión y envío de datos a servidor.
- Funcionamiento de sensores ante diverso rango de variables.
- Mecanismo de protección de sensores sensibles.

3.2 Desarrollo de software web

El análisis de los datos del clima y suelo y su relación con los procesos fisiológicos de la planta es vital para comprender y adaptar los cultivos al cambio climático. El software web desarrollado contribuye a comprender y mejorar el proceso riego de los cultivos y analizar la relación agua-suelo-planta-atmósfera.

3.2.1 Diseño y programación de software web

a. Materiales

En el proceso de desarrollo del software web se utilizaron los siguientes programas:

a.1. Programas

- PHP. (Acrónimo recursivo de *PHP: Hypertext Preprocessor*) es un lenguaje de programación de código abierto muy popular adecuado para el desarrollo web; junto con HTML permite crear sitios web dinámicos (Welling & Thomson, 2009).
- MySQL. Es un sistema de administración de bases de datos (Database Management System, DBMS) para bases de datos relacionales, desarrollado bajo licencia dual GPL/Licencia comercial por Oracle Corporation (Gilfillan, 2003).
- PhpMyAdmin. Es una herramienta que administrar bases de datos MySQL empleando un navegador. PhpMyAdmin permite crear o eliminar bases de datos; crear, eliminar o alterar tablas; eliminar, editar o agregar campos, etc.
- Framework Angularjs. Es un Framework MVC de JavaScript de código abierto que permite crear aplicaciones **SPA** (*Single-Page Applications*).
- Dreamweaver cs6. Es un editor de HTML para el diseño de páginas web. Así como también la programación de otros lenguajes que suelen emplearse en el desarrollo de sitios web como PHP, JavaScript, CSS, AJAX, etc.
- MySQL Workbench 6.0 CE. Es una herramienta visual de diseño de bases de datos que integra desarrollo de software, Administración de bases de datos, diseño de bases de datos, creación y mantenimiento para el sistema de base de datos MySQL.

b. Método

Se utilizó el modelo de prototipos, el cual se encarga del desarrollo de prototipos de software para que estos sean analizados y prescindir de ellos a medidas que se adhieran nuevas especificaciones. (Pfleeger, 2002)

b.1. Análisis de requerimiento

Obtener los requisitos del producto de software. En esta actividad se deben realizar reuniones con el cliente o usuario del sistema con el fin de obtener los requisitos o requerimientos del sistema. La comunicación en esta etapa es muy intensa ya que el objetivo es eliminar la ambigüedad en la medida de lo posible. El desarrollo de esta actividad culmina en un documento con la especificación de requerimientos.

b.2. Diseño y arquitectura

Consiste en el diseño de los componentes del sistema que dan respuestas a las funcionalidades de los requerimientos detallados en el punto anterior. Generalmente se realiza en base a diagramas que permitan describir las interacciones entre las entidades y su secuenciado (Diagrama de Base de datos, Arquitectura del Sistema, Diagrama de Secuencia).

b.3. Programación

En esta etapa se traduce el diseño a código. El lenguaje de programación utilizado es PHP con Framework Angularjs, y para la gestión de la Base de Datos MySQL. El resultado debe ser el código fuente.

b.4. Prueba de funcionamiento

Consiste en comprobar que el software realice correctamente las tareas indicadas en la descripción del reto a solucionar. Una técnica es probar por separado cada módulo del software, y luego probarlo de manera integral, para así llegar al objetivo.

4. Resultados

4.1 Prototipo estación climática Uklima

El dispositivo climático Uklima versión 1.01 es un sensor autónomo remoto que registra y transfiere datos climáticos de temperatura exterior, humedad relativa, velocidad de viento, dirección de viento y evaporación, hacia el servidor de RITEC. El dispositivo está compuesto de una plataforma colectora de datos (datalogger Uklima versión 1.01 - conjunto de sensores), sistema de energía solar y una estructura de soporte.

- Función: Registra y transfiere datos de variables climáticas de modo remoto
- Datalogger: Uklima versión 1.01
- Variables: Temperatura Externa Unidad grados centígrados (°C)
Humedad relativa externa, Unidad porcentaje (%)
Velocidad y dirección de viento, Unidad velocidad instantánea (m/s) y rumbo respecto a norte magnético.
Precipitación, Unidad volumen acumulado por día (mm/día)
Evaporación, Unidad volumen acumulado por día (mm/día)
- Energía: Sistema de alimentación autónoma solar RITEC 12VDC
Fuente de corriente eléctrica 220 VAC
- Soporte: Trípode metálico
- Comunicación: Wifi - GPRS - Bluetooth
- Software: Plataforma RITEC – Módulo Clima 1.01
- Frecuencia: Veinte minutos de envío

Figura 35: Prototipo estación climático Uklima en campo agrícola



4.2 Prototipo estación edáfica Suelotec

La estación edáfica Suelotec es un dispositivo remoto autónomo que registra y transfiere a servidor de RITEC datos de las variables del suelo: contenido de humedad volumétrico, conductividad eléctrica y temperatura del suelo. A diferencia del dispositivo climático la estación Suelotec puede implementarse en campos agrícolas en mayor cantidad debido a la mayor diferencia de clases de suelo en el campo. En los campos donde se implementan más de una estación, estas forman redes de sensores las cuales emplean la tecnología wifi para enviar los datos registrados al servidor de RITEC.

- Función: Registra y transfiere datos de variables de suelo de sensor GS3 Decagon de modo remoto
- Datalogger: Suelotec Versión 1.01
- Variables: Conductividad eléctrica, Unidad (siemens/m)
Contenido de Humedad Volumétrica, Unidad (%)
Temperatura del Suelo, Unidad (°C)
- Energía: Sistema de alimentación autónoma solar RITEC 12VDC
Fuente de corriente eléctrica 220 VAC
- Soporte: Parante metálico
- Comunicación: Wifi - GPRS - Bluetooth
- Frecuencia: Veinte minutos de envío

Figura 36: Prototipo estación edáfica Suelotec en campo agrícola



4.3 Software web de riego

El software web de RITEC en su primera versión beta 1.01 brinda información diaria sobre la evolución en el tiempo de las principales variables del clima, suelo, además

analiza los datos del terreno, del cultivo y actualiza de modo indirecto el contenido de humedad del suelo de los diversos turnos de riego de los equipos presurizados implementados en campo. Para el cálculo de las recomendaciones de riego, el software utiliza datos obtenidos de las estaciones Uklima y Suelotec, e información adicional del cultivo y terreno, que son ingresados al sistema por el usuario final. El acceso al software web de riego se logra a través de un usuario y una contraseña.

4.3.1 Módulo Clima

Muestra la evolución de la data climática en relación al tiempo, de cada dispositivo climático (Uklima). Los datos se muestran a nivel de cuadros, tablas y gráficos, con posibilidad de ser descargados en formatos pdf y excel. En la figura 3, se muestra el gestor de datos climáticos desde el cual se modifica el periodo de tiempo analizado y la frecuencia de los datos mostrados.

4.3.2 Módulo Suelo

Gestiona data del suelo registrada a través de tres medios: datos obtenidos de estación edáfica (Suelotec), datos obtenidos del balance hídrico de agua en suelo de cada turno y los datos ingresados por usuario de los análisis de suelo realizados. Este módulo permite la visualización de los datos en función de una escala temporal seleccionada o escala espacial bajo el esquema de turnos de riego.

4.3.3 Módulo Terreno

Este módulo permite registrar los principales datos del terreno del usuario, la distribución de las válvulas de riego en campo y los análisis de suelo realizados y también permite configurar los turnos de riego.

4.3.4 Módulo Cultivo

Registra datos de cultivos como (nombre, variedad, fase fenológica, kc por fase fenológica, requerimiento nutricional). La capacidad de análisis del módulo permite buscar relacionar datos del clima, suelo con los datos del cultivo, generando información útil para comprender la evolución del cultivo ante estas variables.

4.3.5 Módulo Riego

a. Sub módulo Equipo de Riego

En este sub módulo se ingresa los datos (coeficiente de uniformidad, caudal del sistema, eficiencia del sistema, etc.) del equipo presurizado en la operación de riego.

b. Sub módulo Configuración

Permite la configuración del proceso balance hídrico de cada turno de riego. En esta configuración se debe asignar la información climática asignada, así como el análisis de suelo o estación edáfica asignada, cultivo, fecha de siembre y parámetros iniciales de suelo.

c. Sub módulo Calendario de Riego Actual

Visualización de los diversos niveles de contenido de humedad del suelo por cada turno de riego. A nivel gráfico se aprecia la evolución en el tiempo de los contenidos de humedad en relación a tres niveles de humedad referenciales como son: capacidad de

Campo, umbral de riego y punto de marchitez permanente. Bajo el criterio del umbral de riego determina la dosis de riego necesaria para volver a la humedad de capacidad de campo. En este sub módulo, además se registran los riegos aplicados por el usuario, así mismo actualiza el contenido de humedad en función de la capacidad de reserva de cada suelo.

Figura 37: Evolución de contenido de humedad volumétrico



d. Sub módulo Calendario de Riego Histórico

Gestiona la visualización de los volúmenes de agua aplicados a los diversos turnos de riego en función de los registros de riegos aplicados en campañas actuales e históricas. La escala de tiempo es configurable por el usuario en función del objetivo de su análisis. Los gráficos nos permiten comparar la evolución del contenido de humedad y los riegos aplicados en el periodo seleccionado.

5. Conclusiones

El sistema de información de riego está compuesto por dos sensores remotos autónomos del tipo estación climática (Uklima) y estación edáfica (Suelotec); y un software web de riego. Se aloja en un servidor de la empresa RITEC, el ingreso al sistema se puede realizar a través del usuario “investigación” y contraseña “riegos_tec” con fines de capacitación y educativos. Las principales fallas de los dispositivos remotos en las pruebas de funcionamiento fueron: ingreso de insectos a los sensores de precipitación, temperatura, humedad relativa, caja de protección de tarjeta de circuito impreso; baja oferta de energía de panel solar y limitada capacidad de recuperación de señal de internet. Estas fallas se solucionaron gracias al empleo de membranas protectoras en los sensores y datalogger, mejora del dimensionamiento del panel solar y modificación del firmware de la tarjeta principal para renovación de conexión a la señal de internet. El alcance del sistema de riego abarca datos climáticos, edáficos, cultivo y recomendaciones de riego.

Los principales beneficios del sistema de información de riego son: ahorro de costo y tiempo en acceder a información climática y edáfica de un lugar específico, mejores decisiones en procesos productivos gracias a data confiable y segura, almacenamiento de datos vitalicio en servidor de RITEC al cual se accede desde cualquier lugar del mundo a través de una cuenta usuario, instalación rápida y sencilla (plug&play) en

cualquier lugar gracias al uso de energía renovable, monitoreo remoto del contenido de humedad del suelo de diversos turnos de riego de un equipo presurizado y recomendaciones de dosis y frecuencia de riego a través de calendarios de riego para reponer la humedad de suelo a nivel de capacidad de campo.

El sistema de información de riego se comercializa a través de la venta de los servicios de monitoreo ambiental y servicio de monitoreo edáfico. Estos servicios son del tipo renting, por lo cual el pago mensual del servicio incluye el alquiler del equipo, mantenimiento semestral, soporte técnico, comunicación remota, gestión de datos y cuenta de software web. El software web incrementa el valor agregado del servicio gracias a su capacidad de crear información útil y oportuna de riego. Se recomienda a RITEC completar su servicio con la interpretación de datos de un especialista de fisiología a través de alianzas con empresas de bioestimulantes. Así mismo, se recomienda solicitar ante la dirección de derecho de autor (DDA) de Indecopi un registro de derecho de autor de software para protegerlo de copias no autorizadas.

Referencias Bibliográficas

- Allen, R. G., Pererira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (2006). *Evapotranspiración del cultivo*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y alimentación.
- Banco Mundial. (2012). *El Futuro del riego en Perú, desafíos y recomendaciones* (Vol. I). Washington, USA: World Bank.
- Gilfillan, I. (2003). *La biblia de MySQL*. Madrid, Castilla, España: Anaya Multimedia.
- Pfleeger, S. L. (2002). *Ingeniería de Software. Teoría y Práctica*. Argentina: Prentice Hall.
- RITEC Riegos Tecnificados. (2013). *Manual de Usuario del sistema web SART*. Chiclayo: RITEC.
- Welling, L., & Thomson, L. (2009). *Desarrollo web con PHP y My SQL*. Madrid, Castilla, España: Amaya multimedia.