



ANEJO 10: TELECONTROL DE LA RED DE RIEGO Y GESTIÓN INTEGRADA DE LA COMUNIDAD DE REGANTES

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO.....	1
3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE TELECONTROL.....	1
4. ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE CONTROL DE RIEGO	2
5. REQUERIMIENTOS GENERALES DEL SISTEMA DE TELECONTROL ...	5
5. 1. FIABILIDAD	5
5. 2. COMUNICACIONES VÍA RADIO BANDA ESTRECHA: UHF.....	5
5. 3. UNIDADES REMOTAS RTU.....	5
5.3.1. ARQUITECTURA.....	5
5.3.2. CARACTERÍSTICAS.....	6
5.3.3. REQUISITOS DE INSTALACIÓN	7
5.3.4. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS	9
5. 4. UNIDAD MAESTRA.....	16
5.4.1. REQUISITOS DE INSTALACIÓN.....	16
5.4.2. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS	17
5. 5. RADIO MODEM	19
5.5.1. ALIMENTACION	19
5.5.2. CONSUMO MAXIMO.....	19
5.5.3. CARACTERÍSTICAS RADIO.....	20
5.5.4. PUERTO DE DATOS	20
5.5.5. CONDICIONES AMBIENTALES Y SEGURIDAD.....	20
5. 6. CENTRO DE CONTROL	21
5.6.1. REQUISITOS DE INSTALACIÓN.....	22
5.6.2. GESTOR O FRONTAL DE COMUNICACIONES.....	22
5.6.3. INTERFACE	23
5. 7. COMUNICACIONES.....	23
6. FUNCIONALIDAD DEL PROGRAMA DE GESTIÓN AVANZADA DE RIEGOS.....	24
6. 1. ELEMENTOS A CONTROLAR.....	24

6.1.1. ELEMENTOS A CONTROLAR POR PARCELA.....	24
6.1.2. ELEMENTOS A CONTROLAR POR EL HIDRANTE.....	24
6.1.3. ELEMENTOS A CONTROLAR POR LA RTU	25
6. 2. VARIABLES MODBUS Y SU SIGNIFICADO (PROGRAMACIÓN UNIDAD MASTER)	26
6.2.1. VARIABLES MODBUS CORRESPONDIENTES A LAS UNIDADES RTU ASOCIADAS.....	26
6.2.2. VARIABLES MODBUS PROPIAS DE LA MASTER O UNIDAD CONCENTRADORA	35
6. 3. SOFTWARE DE GESTION DE LA RED DE RIEGO	37
7. PROGRAMA DE GESTIÓN INTEGRADA DE LA COMUNIDAD DE REGANTES	40
7. 1. LAS REDES DE RIEGO MODERNIZADAS OBLIGAN A CAMBIAR LOS PROCESOS DE GESTIÓN.....	40
7. 2. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA GESTIÓN MODERNA DE UNA COMUNIDAD DE REGANTES.....	42
7. 3. LA GESTION MODERNA DE UNA COMUNIDAD DE REGANTES DEBE SER DE TIPO INTEGRAL.....	45
7. 4. REQUISITOS TECNICOS APLICABLES PARA LAS APLICACIONES DE GESTIÓN INTEGRADA.....	46
7.4.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES DE LAS APLICACIONES PARA GESTIÓN INTEGRADA.....	46
7.4.2. REQUISITOS TÉCNICOS APLICABLES PARA EL ENTORNO HARDWARE Y DE COMUNICACIONES	48
7. 5. FUNCIONALIDAD REQUERIDA PARA LAS APLICACIONES DE GESTIÓN.....	50
7.5.1. FUNCIONES BASE.....	50
7.5.2. FUNCIONES BASE PARA GESTIÓN DEL AGUA.....	52
7.5.3. FUNCIONES PARA LA GESTIÓN DE INFORMACIÓN GEOESPACIAL.....	53
7.5.4. FUNCIONES WEB.....	54
7.5.5. FUNCIONES DE OFICINA ELECTRÓNICA DEL REGANTE	55
7.5.6. FUNCIONES DE SEDE ELECTRÓNICA	56
7. 6. GARANTÍA, ATENCION AL USUARIO Y MANTENIMIENTO.....	56

1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo describe el sistema de telegestión proyectado para el control y gestión de la red de riego del regadío de Castromuño.

El objetivo del sistema de telecontrol es dotar a la Comunidad de Regantes de un sistema de control de las instalaciones, visualización de estados y alarmas, con funcionamiento autónomo, permitiendo la óptima explotación de las instalaciones de riego.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

La transformación en regadío contempla 392 ha de riego, con 55 hidrantes que deben controlarse desde el sistema de telecontrol. Cada hidrante se compone de una válvula hidráulica y contador con emisor de pulsos (hidrómetro), detector de posición de válvula, detector de flujo, presostato y detector de intrusión alojados en arqueta prefabricada de hormigón.

El terminal remoto recogerá, además, la lectura de los transductores de presión de la red, ubicados en hidrantes de final de ramal.

La unidad concentradora que recoja la información de todas las remotas distribuidas en la red de riego objeto de este proyecto estará situada en la estación de bombeo donde se ubicará un centro de control.

Durante la redacción del proyecto se ha realizado un estudio de coberturas por parte de varias empresas instaladoras, concluyendo que sólo es necesario instalar una estación concentradora en la estación de bombeo. No obstante, durante la ejecución de la obra se realizará un estudio de coberturas para definir la ubicación correcta de esta unidad.

3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE TELECONTROL

Los sistemas de telegestión se basan en una plataforma hardware y una plataforma de programación de tipo SCADA. Existen diferentes tipos de comunicación entre los diferentes elementos del sistema, el sistema de gestión propuesto puede trabajar con comunicaciones vía RADIO.

El programa de gestión almacena y administra la información en una base de datos relacional que comunica con un gestor de comunicaciones. Este gestor de comunicaciones es el encargado de enviar las órdenes a ejecutar por los distintos hidrantes y recoge la información enviada por éstos.

El cliente visualiza las pantallas a través del ordenador o un navegador web, pudiendo acceder desde cualquier lugar y desde cualquier dispositivo (ordenador, smartphone o tableta) con sólo disponer de un usuario, contraseña y una conexión a la red. La solución no está ligada a ningún sistema operativo y de esta manera no existe la obligación de tener que adquirir licencias adicionales de software: funciona sobre Linux y Windows.

El sistema de telecontrol de riego ha de garantizar su capacidad de integración en un futuro con otras redes de control de riego y distribución de agua. En consecuencia, el sistema de telecontrol debe:

1. Centralizar la supervisión y el control del sistema de riego, en el Centro de Control. Desde él se podrá actuar en tiempo real sobre la apertura y cierre instantánea de los hidrantes.
2. Debe emplear el protocolo ModBus entre la Unidad Maestra y el Centro de Control. Se escoge este protocolo por ser muy eficiente, ser un estándar, ser abierto y ampliamente empleado en sistemas de control.
3. Capacidad del Centro de Control tanto a nivel de visualización como de control, para integrar, a parte del telecontrol del riego, otros puntos de telecontrol (balsa y bombeos).
4. Capacidad del Centro de Control para exportar y/o compartir datos específicos del sistema a través de Internet con los usuarios/regantes.
5. Capacidad por parte del Centro de Control de gestión de diversos perfiles de usuarios con diferentes permisos de visualización y control.
6. Capacidad por parte del Centro de Control de gestión y envío de mensajes y alarmas mediante mensajes a teléfonos móviles de operador y usuarios.

4. ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE CONTROL DE RIEGO

El sistema proyectado se gestionará desde la oficina de la comunidad de regantes que se ubicarán en la estación de bombeo

En aquellos hidrantes que tengan varias tomas de riego, se instalará doble microtubo entre la remota y la toma y un solenoide tipo lacht para garantizar apertura de la hidroválvulas ubicadas en las tomas de riego.

Desde las oficinas se gestionarán las comunicaciones con los terminales remotos ubicados en cada hidrante vía RADIO. El intercambio de información estará basado en:

- Envío de órdenes de riego
- Envío de configuraciones
- Recepción de históricos
- Recepción de eventos y alarmas

A su vez, desde la oficina de la comunidad, se gestionará el envío de información vía radio.

En la oficinas de la comunidad de regantes tenemos la siguiente estructura:

- Programa de gestión avanzada del riego
- Tabla de Intercambio Universal
- Frontal de comunicaciones

El programa de gestión generará instrucciones para los terminales remotos, estas instrucciones se depositan en la Tabla de Intercambio Universal indicando a quien van dirigidas. A su vez, el programa de gestión se encarga de analizar los datos provenientes del campo a través de la tabla de intercambio universal y de informar tanto a los usuarios de la comunidad en sus parcelas y al gestor de posibles incidencias en el sistema.

El frontal de comunicaciones es el encargado de la comunicación con los terminales remotos mediante comunicación vía RADIO. El frontal de comunicaciones leerá todas las instrucciones de la tabla de intercambio dirigidas a él y se encargará de administrar todos los datos para enviárselo a los terminales remotos cuando proceda. Otra misión del frontal es transformar los datos que vienen del campo (históricos, configuraciones y alarmas) al formato de tabla de intercambio.

La tabla de intercambio va a ser un "contenedor" de instrucciones con un formato fijo entendible tanto por el programa de gestión como por el frontal de comunicaciones. Permitirá el acceso simultáneo de cuantos frontales haya en el sistema y del programa de gestión.

La arquitectura planteada para el sistema de telegestión va a permitir instalar cualquier sistema de telecontrol cuyos terminales remotos se adapten a las instrucciones de la tabla de intercambio universal y cuyo frontal de comunicaciones sea capaz de "entender" el formato de esas órdenes en dicha tabla. De esta manera se independiza el software de gestión de la comunidad de regantes del resto del sistema.

Los tres niveles de su arquitectura del telecontrol son:

1.- Puntos de control en agrupación (Unidad RTU): Se instalará en cada hidrante una RTU (Remote Terminal Unit) que comunicará individualmente con el Centro de Control a través del Punto de Concentración (Unidad Maestra). Serán autónomos en su funcionamiento, fuente de energía y comunicaciones respecto a otros puntos de control, de manera que no pueda haber nunca una caída del sistema de riego en una agrupación de riego originado por otra.

En aquellas agrupaciones en las que existan varios hidrantes se instalará una RTU para cada hidrante.

Las RTU irán alojadas en la arqueta del hidrante, lo que permitirá cumplir las siguientes condiciones de instalación necesarias:

- Limitar el cableado a distancias de 10 metros para entradas digitales y contadores
- Limitar el cableado hasta los solenoides (válvulas) a distancias adecuadas a las impedancias del modelo de solenoide empleado

Cada unidad RTU estará asociada a una Unidad Maestra y comunicará con ella de forma autónoma vía radio.

2.- Puntos de concentración de unidades RTU (Unidades Maestras): Los Puntos de Concentración de las unidades RTU estarán ubicados en zonas

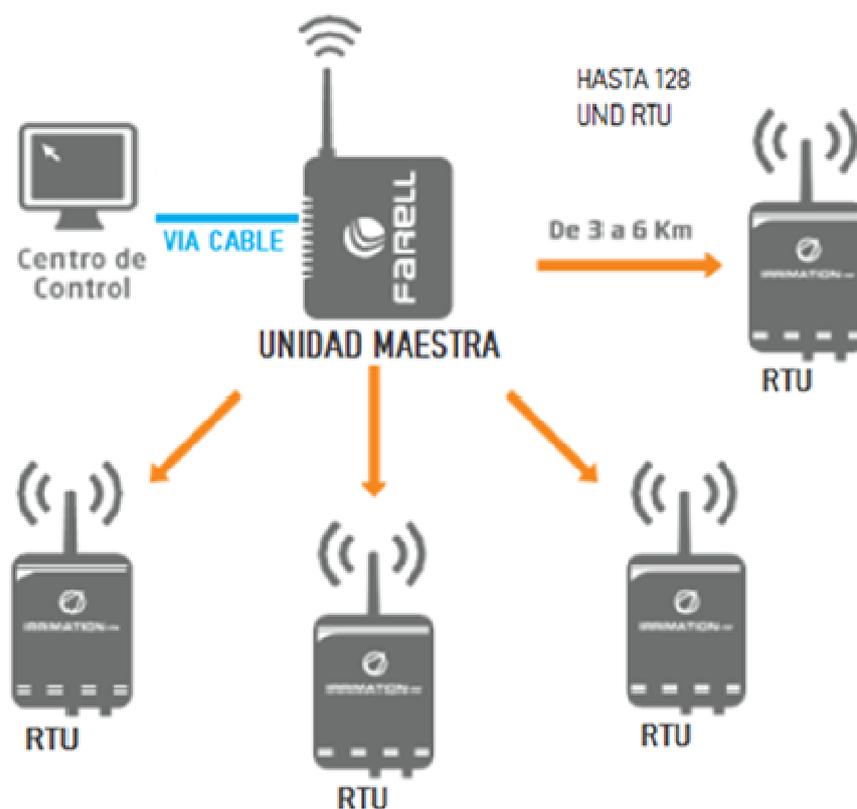
estratégicamente escogidas para dar cobertura radio a todos los Puntos de Control de parcela (RTU) asociados. En el regadío de Castronuño se cubre con una unidad RTU ubicada en la estación de bombeo, donde también se ubicará el Centro de Control. La comunicación entre la Unidad Maestra y las unidades RTU asociadas será autónoma vía radio.

La Unidad Maestra dispondrán de una fuente de energía segura con sistema de supervisión para dar una mayor fiabilidad al conjunto del sistema de control de riego.

3- Centro de Control: Desde el Centro de Control se supervisará y programará la ejecución de los riegos a nivel de hidrante, y se supervisarán, en tiempo real, los consumos (totalizadores y caudales instantáneos), las medidas analógicas pertinentes, las comunicaciones vía radio, y el estado de la alimentación de la RTU y de la Unidad Maestra.

La comunicación entre el centro de control y la Unidad Maestra se efectuará vía cable.

La comunicación con el usuario se realizará a través del software SOFSCADA, especialmente diseñado para centro de control y gestión. Permitirá la programación de riegos diarios, semanales y de campaña.



5. REQUERIMIENTOS GENERALES DEL SISTEMA DE TELECONTROL

El sistema de telecontrol debe presentar una serie de requisitos generales para garantizar su funcionamiento y la compatibilidad con otras futuras redes de riego o con el PLC de la estación de bombeo si se considera necesario.

5. 1. FIABILIDAD

El sistema de telecontrol de riego debe asegurar la máxima fiabilidad en la ejecución de órdenes y recopilación de medidas frente a fallos de energía, descargas eléctricas atmosféricas, averías de equipos y vandalismo.

5. 2. COMUNICACIONES VÍA RADIO BANDA ESTRECHA: UHF

- Las comunicaciones de radio emplearán sub-bandas en UHF específicas para la transmisión de datos.
- Se emplearán preferentemente frecuencias de uso privativo.
- Las antenas empleadas serán simples y por tanto, resistentes a las inclemencias del tiempo
- Las unidades RTU y la Unidad Master deberán tener una potencia/sensibilidad suficiente para alcances de comunicación de varios kilómetros. La topología de la red deberá ser simple mediante enlaces directos entre las unidades RTU y la unidad Maestra. En ningún caso se aceptará el uso de repetidores radio entre las unidades RTU y la Unidad Master, ni tampoco se aceptarán unidades RTU que actúen de repetidor.
- El mantenimiento de una red de comunicaciones radio de este tipo, contra lo que a priori pueda parecer, es muy simple. En caso de avería de algún equipo, la detección de la misma y la identificación del equipo averiado es inmediata y su solución es tan simple como la sustitución del mismo. Esta operación puede ser realizada por personal con una formación mínima.

5. 3. UNIDADES REMOTAS RTU

5.3.1. ARQUITECTURA

Es muy variable la oferta y diseños electrónicos de unidades remotas, pues aunque realizan funciones parecidas, son fruto del diseño particular de una u otra empresa. Esencialmente, comparten cuatro módulos funcionales, que a veces están presentes en un formato monoplaca o en placas separadas, y son:

1. Módulo central de operación y procesamiento: Es el módulo central, el que posee las funciones de cerebro de la remota. El elemento más importante del que forma parte es el Procesador.
2. Módulo de alimentación: Es el módulo de canalización y estabilización de energía. Es la fuente de alimentación de la remota, que se encargará de transformar la energía de acuerdo a la tensión especificada de funcionamiento. Así mismo se encargará de facilitar las diferentes tensiones según sean las

necesidades de los diferentes circuitos de la remota. Este módulo podría ser capaz de gestionar una alimentación fotovoltaica, una alimentación directamente de batería, de pila y mediante toma de fuerza.

3. Módulo de comunicaciones: Es el módulo encargado de establecer la comunicación de la remota con elementos externos, ya sea el Centro de Control u otras remotas, a través de los puertos de comunicaciones. Esta comunicación podrá ser de muy diferentes formas y con diferentes protocolos, debiendo estar preparado el módulo para satisfacer todas las opciones necesarias. Este módulo puede tener uno o varios puertos de comunicaciones además de los dedicados a las comunicaciones inalámbricas, y están pensados para poder conectarse a la remota mediante un portátil, in situ, y así poder realizar las configuraciones y programaciones que sean necesarias.

4. Módulo de entradas y salidas (E/S): Es el módulo encargado de recibir, en primera instancia, las señales a través de sus entradas, analógicas y digitales y actuar con los elementos a través de sus salidas, analógicas y digitales.

5.3.2. CARACTERÍSTICAS

Las unidades remotas son los equipos electrónicos sujetos a las peores condiciones ambientales del sistema. Es importante, por tanto, que sean unidades:

- Lo más integradas posible
- Completamente contenidas en una envolvente con un adecuado grado de protección
- Específicamente diseñadas para la aplicación (diseño óptimo)
- Sin cableados internos de interconexión de elementos (no tipo puzzle)
- De consumo extremadamente bajo para permitir una alimentación por pila de Li, que proporciona:
 - Una alimentación simple, extremadamente fiable y de bajo coste
 - Potencia disponible de forma inmediata una vez instalada
 - Mínimo mantenimiento: Cambio de pila cada varios años, indicado por el Centro de Control
 - Ausencia de averías por descargas eléctricas en línea de alimentación
 - Sin calentamiento (tecnología fría)
 - Independencia de las condiciones ambientales de insolación
 - Ausencia de paneles fotovoltaicos (limpieza, robo, envejecimiento)
 - Ausencia de elementos con ciclo de vida incierto (baterías recargables)
- Con comunicación por radio con red propia

- Asegura una gran independencia frente a los cambios tecnológicos (muy frecuentes si se emplea tecnología de telefonía móvil). La red radio propia emplea equipos de rango industrial que aseguran el mantenimiento de compatibilidad en el tiempo, aun permitiendo emplear los avances tecnológicos que suceden. Esto es muy importante para asegurar la disponibilidad de equipos nuevos compatibles para ampliaciones futuras o repuestos durante muchos años.
- Cobertura asegurada en todos los puntos. No depende de la cobertura disponible de operadores externos.
- Permite comunicación en tiempo real (con muy bajo consumo)
- Muy bajo coste (menos de 0,1 euros/mes por RTU)
- Gran facilidad de instalación
- Mantenimiento muy simple
- Gran fiabilidad.
- Sin averías por descargas eléctricas
- Muy fácil detección y reparación de averías (por sustitución equipo)

-En caso de caída temporal del Centro de Control, unidad Maestra o enlace:

- Las RTU mantendrán las funciones de conteo (totalizadores, totalizadores horarios, reloj/calendario local, caudales instantáneos, sobrecaudales, sobrepresiones, programas de riego locales, históricos, etc.)
- Se mantendrán los estados de solenoides y opcionalmente se procederá a su cierre gradual transcurrido un tiempo prefijado (para evitar golpes de ariete en la red)
- La unidad podrá ejecutar órdenes de apertura/cierre de válvulas y medidas, a través del puerto local
- Permitirá la descarga de los históricos de consumo (totalizadores) a través del puerto local

- Limitar la distancia máxima de cableado para entradas digitales y contadores

- Limitar la distancia del cableado hasta los solenoides (válvulas) a distancias adecuadas a las impedancias del modelo de solenoide empleado

5.3.3. REQUISITOS DE INSTALACIÓN

Instalación general:

La instalación se hará bajo cubierta dentro de la arqueta de hidrante, con fijación mural en el punto más elevado posible.

La caja de la RTU y la salida de cables han de garantizar una protección IP-67 o superior. No se requiere que la RTU esté conectada a una toma de tierra.

Ubicación



- La unidad deberá instalarse protegida de la acción directa de los rayos solares y de la lluvia
- Deberá instalarse en una arqueta ventilada

Cableados

- Emplear cables de calidad y adecuados al tipo de sensórica y al diámetro de los prensaestopas de la caja.
- Adecuados y sujetos de manera adecuada para no entorpecer el acceso a los equipos de medida y control (válvulas, contadores, etc.).

Cableado de señales

Conexión de contadores:

La distancia entre la RTU y los contadores no ha de exceder en ningún caso los 10 metros. La conexión debe hacerse con 2 hilos para cada contador, con cables trenzados con hilos de 0,5 mm² de sección o superior.

El aislamiento mínimo de 1500 voltios respecto a tierra y la capacidad <40 pF/m.

Conexión de solenoides:

La distancia máxima entre la RTU y los solenoides dependerá del tipo de solenoide y de la sección de cable (Ver especificaciones del fabricante). Puede variar entre un máximo de 1,5 m y 100 m.

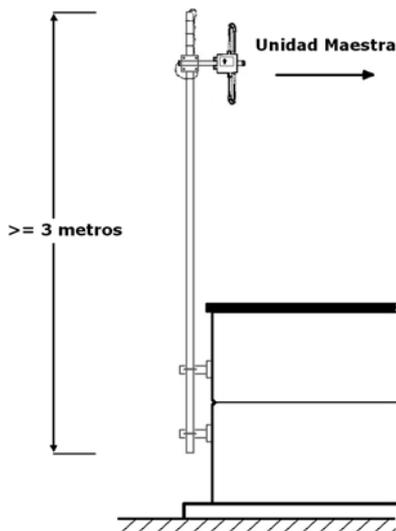
La conexión puede tener 2 ó 3 hilos para cada solenoide. Los cables con hilos de 1 mm² ó 1,5 mm² de sección o superior. El aislamiento mínimo de 1500 voltios respecto a tierra.

Conexión de sensórica analógica:

El elemento de medida deberá estar aislado de tierra (> 500 V). En el caso de sensores tipo 4-20 mA a 2 hilos (los más comunes) se empleará cable apantallado y deberán ser operativos con tensiones mínimas de 12 VCC entre bornes.

Instalación de antena

El mástil de la antena tendrá al menos 3 m. El cableado se ejecutará por el interior del tubo. La entrada del cable a la arqueta protegida por tubo metálico.



5.3.4. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

Dispondrán de salidas para el control de la apertura y cierre de válvulas solenoide tipo match. Son compatibles con solenoides de 3 hilos con positivo común o negativo común, con control por descarga de condensador $\leq 4700 \mu\text{F}$, o de 2 hilos, con control por descarga de condensación $4700 \mu\text{F}$.

La salida tendrá una tensión inicial de descarga de 19 V , una capacidad de corriente instantánea máxima de 7 A y capacidad para soportar cortocircuito de la salida sin deterioro.

Deberán incorporar una función de cierre automático en caso de que su contador asociado sobrepase un determinado caudal con las siguientes configuraciones:

- Configuración de la asociación solenoide / contador
- Configuración del caudal de corte
- Configuración del tiempo mínimo de sobrecaudal antes del corte
- Generación y transmisión al Centro del estado de corte por sobrecaudal
- Posibilidad de reset del estado de sobrecaudal de forma local o remota

Deberán incorporar una función de cierre automático en caso de una sobrepresión en la red:

- Configuración de la asociación solenoide / sensor de presión
- Configuración de la presión de corte
- Generación y transmisión al Centro del estado de corte por sobrepresión
- Posibilidad de reset del estado de sobrepresión de forma local o remota

Incorporará una función de cierre opcional de solenoides por fallo con Unidad Maestra. Esta función realiza el cierre autónomo de los solenoides en caso de pérdida del enlace con la Unidad Maestra. Deberá poder activarse o no.

Las entradas de impulsos de contador con función Totalizador y Caudalímetro serán compatibles con impulsos generados por contadores provistos de salida por contacto mecánico (reed) libre de potencial, contacto electrónico por transistor bipolar NPN colector abierto (con y sin diodo serie de protección) y por contacto electrónico sin polaridad por transistor FET (con y sin resistencia 100 ohm de protección).

La frecuencia de impulsos de entrada (Fmax): 5 impulsos/segundo y el filtraje integrado de estados de duración inferior a 30 mS

La función Totalizador debe incorporar factores de división: 1; 2; 4; 5; 8; 10; 20; 40; 50; 80; 100 y 200, para la adecuación de pulsos al totalizador. La función DataLogger local para totalizadores, totalizadores horarios y medidas analógicas (configurable).

Debe proporcionar totalizaciones y consumos horarios (totalizadores horarios) y transmitir a la Unidad Maestra valores de totalizadores (no pulsos).

La función Caudalímetro efectuará sus cálculos a través de la medida del período de los impulsos. Los rangos de medida desde Fmax hasta 1 impulso/hora. El rango dinámico de la medida de caudal de 150 para error máximo de 2% sobre la medida.

Debe incorporar la función de auto-cero progresivo en caso de parada del contador.

Otras funciones incorporadas en las RTU son: medida del tiempo acumulado de contacto cerrado (para medida de duraciones de lavado filtros), conteo de nº de cierres de contacto con filtraje configurable entre incrementos (nº de lavados filtro) y reloj/calendario sincronizable automáticamente con la unidad Maestra.

Entradas y salidas

Las entradas de estados Digitales serán de las mismas características que la entrada impulsos del contador.

La entrada de alarma de intrusión por contacto (mismas características que la entrada de impulsos del contador). Debe poder seleccionarse la alarma por apertura o por cierre del contacto.

Las entradas analógicas presentarán las siguientes características:

- -Compatible con sensores tipo: 0-20 mA ; 4-20 mA de 2 ó 3 hilos
- La RTU debe proporcionar la alimentación de los sensores analógicos conectados (presión, temperatura, humedad,..): Tensión continua y estabilizada, de entre 14,5 y 20 V
- Debe permitir un consumo por sensor de hasta 30 mA.-
- Debe incorporar protección frente a cortocircuito.

- Resolución de conversión: ≥ 11 bits
- Precisión de medida: Igual o mejor que 0,1 % FS @ 25 °C
- Deriva: $\leq 0,007$ % FS / °C
- Aislamiento: Los sensores deben permanecer desconectados (aislados) mediante relés incorporados en la unidad RTU entre las medidas, para disminuir los riesgos de rotura por corrientes de tierra durante tormentas. Los sensores sólo se conectarán a la RTU de forma breve y automática durante la ejecución de una medida.

Dispondrá de conexión local para configuración y/o test capaz de soportar dos tipos de conexión: Serie tipo RS-232 para PC (con software de PC específico de configuración y test) y Bluetooth para Smartphone (con App. Específica de configuración y test).

Debe permitir la configuración de la unidad en los siguientes aspectos:

- Seleccionar los preselectores de contadores
- Inicialización de totalizadores
- Seleccionar rangos de medida de caudales
- Definir tipos de entrada analógica
- Configurar el Canal radio
- Código de red (seguridad datos radio)
- Modo de operación (autónomo / remoto)
- Programas de riego autónomo
- Ajuste del reloj/calendario

Debe permitir la visualización local de los siguientes caracteres:

- Totalizadores (8 cifras)
 - Histórico de totalizadores horarios (> 15 días, 1 lectura/hora)
 - Caudales instantáneos
 - Medidas analógicas
 - Estados de válvulas
 - Tensión alimentación (pila)
 - Número de serie
 - Versión y checksum del Firmware y del Loader
 - Estados de comunicación
 - Alarmas
 - Temperatura de la unidad
 - Grado de enlace radio (calidad enlace) con precisión de ± 1 dBm
- Forzado de:

- Apertura / cierre de válvulas
- Medidas analógicas
- Tests de transmisión y recepción radio con medida continua de señal RSSI (para orientación de antenas y confirmación grado cobertura enlace)

La actualización del Firmware de la unidad guardado y recuperación de configuraciones deberá permitir guardar la configuración de cada unidad en un fichero y la configuración de una unidad empleando una configuración guardada.

Comunicaciones entre Unidad Remota y su Unidad Concentradora

Tendrá los siguientes requisitos técnicos:

- Comunicación a través de canal radio
- Equipo radio de comunicación de datos integrado en la unidad
- Banda: UHF o VHF de uso privativo (con licencia) o no
- Canalización: 12,5 KHz ó 25 KHz (869 MHz)
- Número de canales disponibles en un mismo hardware RF: ≥ 2000
- Potencia de transmisión nominal: ≥ 27 dBm (500 mW)
- Sensibilidad del receptor: Mejor que -114 dBm
- Estabilidad en frecuencia mejor o igual a: ± 3 ppm de -30 °C a $+60$ °C
- Conexión de antena mediante acople en alterna (la antena debe estar aislada en continua de la masa del equipo y de tierra, tanto en el elemento activo como en el no activo para aumentar la protección a descargas atmosféricas)
- Tramas de datos: Deben incluir encriptación y detección de errores
- Salida para antena exterior con conector TNC hembra

Período de comunicación radio y tiempos de respuesta

Tendrá los siguientes requisitos técnicos:

- Comunicación radio continua y periódica cada 1 minuto o menos, entre cada Unidad Remota y su Unidad Concentradora.

Tiempos de actualización / control (entre Unidad Remota y Unidad Concentradora):

- Actualización periódica de los estados de control de solenoides (válvulas): Cada 1 minuto o menos
- Actualización de valores de caudales instantáneos: Cada 5 minutos o menos

- Actualización de valores de totalizadores de contadores: Cada 15 minutos o menos
- Actualización de valores de medidas analógicas: Cada 5 minutos o menos
- Actualización de valores de medidas internas (tensión alimentación, nivel de señal enlace radio, etc.): Cada 15 minutos o mejor

(Se admiten tolerancias para los tiempos máximos indicados de hasta un 10 %)

Otras funciones imprescindibles que deben disponerse de forma remota son:

- Actualización del Firmware de la unidad RTU, de manera individual y conjunta (broadcast). La actualización remota del firmware de todas las unidades RTU de una red no debe superar los 30 minutos.
- Reconfiguración de una Unidad
- Actualización de Totalizadores
- Carga de programas autónomos de riego
- Sincronismo automático de los relojes/calendario de las Unidades Remotas con el Centro de Control.

Alimentación de la Unidad Remota

Se empleará una única pila o paquete no recargable para la alimentación de toda la unidad incluyendo la alimentación de los circuitos de control, los de radio y la alimentación de solenoides y sensórica analógica tipo 4-20 mA 2 hilos externa.

La pila será de tecnología Li y de una capacidad menor o igual que 12 AH, tensión nominal: 7,3 V, autodescarga: $\leq 3\%$ / año (@ 20 °C. Debe permitir almacenaje. Su rango de temperatura de funcionamiento será superior o igual al de la unidad.

Estará libre de componentes contaminantes como Mercurio, plata o plomo.

La unidad remota indicará a la unidad concentradora el estado de la pila y en su momento la necesidad de sustitución. La unidad debe mantener los datos de configuración aún en ausencia de alimentación.

Duración de la pila

Su duración será superior a 3 años. La pila realiza la alimentación de toda la unidad incluyendo la alimentación de los circuitos de control, los de radio y la alimentación de solenoides y sensórica analógica externa.

Se considera para el cálculo de duración de la pila, una unidad RTU tipo con las siguientes condiciones de trabajo: Unidad RTU con conexión a 6 contadores, 7 solenoides, 1 sensor 4-20 mA y comunicación radio con la Unidad Maestra cada 1 minuto con:

- Actualización periódica de los estados de control de solenoides (válvulas): Cada 1 minuto
- Actualización de valores de todos los caudales instantáneos: Cada 5 minutos
- Actualización de valores de todos los totalizadores de contadores: Cada 5 minutos
- Actualización de los totalizadores horarios de contadores (valores a cada hora exacta): Cada hora
- Actualización de valores de medidas analógicas: Cada 5 minutos
- Actualización de valores de tensión pilas: Cada 15 minutos
- 730 maniobras/año por cada solenoide
- Medidas analógicas (incluidos 20 mA para la alimentación del sensor): Cada 5 minutos.
- Duración de cada medida: 40 mS
- Medida de totalizadores y caudales: Continua
- Medidas de tensión pila y medidas relativas a comunicaciones radio: Cada 15 minutos
- Temperatura de funcionamiento dentro del rango, con una temperatura media de 30 °C

Indicación visual

La unidad incorpora algún tipo de indicación visual simple para verificar el funcionamiento de la misma

Instalación y Puesta en marcha

-La unidad deberá disponer de los correspondientes conectores para la conexión de los elementos de medida y control

-Las conexiones deberán quedar protegidas del entorno

-La pila deberá ubicarse en el interior de la unidad y ser fácilmente extraíble/insertable, sin necesidad de emplear herramientas

-El acceso al interior de la unidad deberá ser simple y poder realizarse mediante el afloje de tornillo(s) de tapa o similar

-Las conexiones de entradas y salidas deberán ser mediante conectores enchufables interiores a la unidad y por apriete mediante tornillos.

-La unidad deberá disponer de un elemento de sujeción para una fácil fijación a pared

Cambio de pila

La sustitución deberá poder ser efectuada por personal poco cualificado. Durante el cambio no deben perderse los valores de totalizadores, ni los parámetros de configuración.

Sustitución de una Unidad Remota averiada

La sustitución deberá poder ser efectuada por personal poco cualificado. La unidad no deberá necesitar programación ni configuración local en la instalación (podrá pre- configurarse), exceptuando la puesta en hora de totalizadores.

Modelos de Unidad Remota

Pueden existir unidades remotas con diferentes capacidades en cuanto a número de contadores, solenoides y entradas analógicas, según las necesidades de cada punto de la instalación.

Los elementos de control, comunicaciones, alimentación y caja deben ser comunes para todos los modelos de unidad remota, variando únicamente el número de elementos internos de circuitería de E/S.

Se exigirán modelos con capacidad combinada igual o superior a:

- Entradas digitales/contador: 12
- Salidas de solenoide: 10 de 2 ó 9 de 3 hilos
- Entrada analógica externa (incluye salida de alimentación): 4
- Las unidades remotas deben ser ampliables. Una unidad remota deberá poderse ampliar en un futuro hasta el número máximo de 12 entradas digitales/contador, 9 o 10 salidas solenoide y 4 entradas analógicas.

La RTU debe disponer de la opción puerto serie tipo RS-485 que soporte el protocolo ModBus RTU para la conexión de un equipo programador de riegos de regante, que comunique con el Centro de Control aprovechando la misma red de comunicaciones de la RTU. Este puerto debe disponer de unos relés integrados de manera que la conexión entre la unidad RTU y los equipos programadores de riego esté aislada durante el tiempo en que no haya comunicación de datos. Mediante orden del Centro de Control debe poderse abrir el puerto RS-485 para soportar una comunicación directa entre el Centro y una de las unidades conectadas a dicho puerto de la RTU. Durante esta conexión no debe interrumpirse el normal funcionamiento de las comunicaciones automáticas y periódicas entre resto de unidades RTU y la unidad Maestra.

Condiciones ambientales y seguridad

El grado de protección: Mejor o igual que IP-67 (incluye conexiones de E/S).

Las tarjetas electrónicas deberán estar tropicalizadas mediante barnices específicos.

Las entradas/salidas de cables a la unidad serán mediante prensaestopas de grado IP-67.

La temperatura de funcionamiento estará entre -25°C y +60°C.

Todas las E/S deberán disponer de protecciones integradas frente a descargas electrostáticas y soportar descargas de hasta una potencia de 500 W (10/1000 µS).

Homologación según directiva europea 1999-5 CE

Seguridad eléctrica de acuerdo al Real Decreto 7/1988, de 8 de enero.

La compatibilidad electromagnética conforme al Real Decreto 444/1994 de 11 de marzo.

La homologación de la radio de acuerdo al ETS EN 300 113-2

5. 4. UNIDAD MAESTRA

La unidad Maestra enlazada por radio con el Centro de Control se ubicarán en un armario junto al equipo de comunicación radio (radio-módem).

En las alimentadas a red eléctrica, se incorporará un sistema de alimentación que asegure el funcionamiento para cortes en el suministro eléctrico de hasta 12 horas de duración. Dado el bajo consumo de las Unidades Maestras y de los equipos radio- modem asociados y que su alimentación es a 12 V, esta condición puede conseguirse simplemente con la instalación de una batería recargable de unos pocos AH.

En los conjuntos Unidad Maestra/Unidad Radiomódem se instalarán los correspondientes filtros RF de rechazo mutuo.

5.4.1. REQUISITOS DE INSTALACIÓN

Instalación general

Se realizará bajo cubierto dentro de una caseta ventilada y cerrada, dentro de un armario eléctrico con montaje carril-DIN.

El armario eléctrico también contendrá el radiomodem de comunicación y toda la otra electrónica de alimentación y control que éste presente (fuentes alimentación, convertidores-reguladores, convertidor-aislador, etc..). Incluirá un interruptor magnético para detectar apertura de puerta.

Al encontrarse la unidad maestra en el Centro de Control, se utilizará un convertidor- aislador RS-232 a RS-485 para la comunicación con el PC (si la distancia supera los 15 metros).

La caseta ha de estar ubicada justo debajo de la torreta donde se ubique la antena de manera que la longitud del cable de antena sea la más corta posible.

Cableado y mástiles de antena

La torreta arriostrada tendrá una altura mínima de 12 m. El cable de pérdidas < 0,2 dB/m.

La antena omnidireccional tendrá adecuada fijación, capaz de soportar vientos de hasta a 180 Km/hora.

Alimentación de la unidad maestra

Se utilizará un SAI (sistema de alimentación ininterrumpida) con capacidad suficiente para los equipos de comunicaciones y telecontrol (Unidad Maestra y Radiomodem) y para el PC dónde se ubique el centro de control.

El SAI tendrá que garantizar una autonomía de 12 horas sin alimentación con una capacidad de baterías remanente del 50%. Dado que tanto la Unidad Maestra como los Radio-módem se alimentarán a 12V, podrá emplearse un sistema de SAI simple que proporcione 12 V de continua (batería recargable).

5.4.2. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

La Unidad Maestra realizará por un lado la comunicación radio autónoma permanente con las Unidades Remotas asociadas y por otro comunicará con el Centro de Control.

Capacidad

Las siguientes características:

- 128 unidades remotas asociadas RTU (del modelo de mayor número de E/S)
- 1536 Totalizadores
- 1536 Caudales instantáneos
- 1024 Solenoides (válvulas)
- 1536 Estados de entradas digitales
- 256 Medidas analógicas externas
- 128 Registros de estados comunicación
- 128 Registros de niveles de señal radio RSSI
- 128 Registros de nivel pila

Alimentación

Se alimenta con 12 VCC (entre 10,8 y 15,6 Vcc) (debe permitir alimentación fotovoltaica y/o operación a 12V durante un corte en suministro eléctrico)

Consumo medio

Será inferior a 400 mA y si se alimenta por red eléctrica debe permitir, en caso de corte de suministro, una autonomía superior a 12 horas con el empleo de baterías recargables pequeñas (algunos Ah). Permite la alimentación solar con tamaños pequeños de panel.

Funciones

Sus funciones esenciales se enumeran en:

- Comunicación autónoma con las unidades remotas asociadas
- Concentración de todas las variables de entrada de las remotas asociadas: Entradas digitales, totalizadores, caudales, entradas analógicas y alarma intrusión
- Concentración de todas las variables de salida de las remotas asociadas (solenoides)

- Concentración de medidas internas de las remotas (tensión pila y estado de comunicación radio)
- Concentración de medidas efectuadas por el propio concentrador (Valor de señal radio del enlace con cada Unidad Remota, en los dos sentidos)
- Función cierre de solenoides por fallo en Centro de Control o enlace: Esta función realiza el cierre autónomo de todos los solenoides de las Unidades Remotas asociadas, en caso de pérdida del enlace o caída del Centro de Control. Deberá poder activarse o no. En caso de cierre, éste debe realizarse de manera progresiva para no provocar sobrepresiones excesivas en la red de suministro.
- Deberá incorporar la posibilidad de conmutar su modo de funcionamiento entre el modo normal autónomo con las unidades remotas y el modo transparente, para poder efectuar operaciones de actualización de firmware o reconfiguración de las unidades remotas, de manera individual o colectiva (broadcast). En el modo transparente se comporta como un radiomodem que permite la comunicación directa entre el Centro de Control y las unidades remotas.
- Modo Directo: Permitirá la comunicación directa del Centro de Control con una o más unidades RTU, empleando la unidad Master como modem transparente y, simultáneamente, manteniendo la unidad Maestra la comunicación secuencial normal con el resto de unidades RTU asociadas. Debe mantenerse el funcionamiento normal del sistema aún durante la lectura de históricos o carga de programas de riego de una RTU.

Puerto de Configuración

Dispone de conexión: RS-232 y RS-485, para la configuración de la unidad, el canal radio, el código de red (seguridad de los datos), la dirección ModBus de unidad, el forzado de test de transmisión y recepción radio con medidas de nivel de señal RSSI con precisión mejor que +/- 2 dBm, guardado y recuperación de configuraciones. Deberá permitir guardar la configuración de cada unidad en un fichero y permitir la configuración de una unidad empleando una configuración guardada.

Puerto de Datos: Comunicación con el Centro de Control

Dispone de conexión Serie RS-232 y RS-485 o Ethernet.

Protocolo: ModBus RTU o ModBus TCP-IP (es un protocolo universalmente conocido, muy empleado en sistemas de control y soportado por la mayoría de fabricantes de software SCADA y PLC's).

Las velocidades en conexión serie: 2400 y 9600 bps (se admiten otras velocidades adicionales).

El formato de carácter en conexión serie: 8N1, 8E1, 8O1.

Debe permitir la configuración a través del puerto de datos.

Comunicaciones entre Unidad Concentradora y Unidades Remotas asociadas

La comunicación a través de canal radio banda estrecha VHF o UHF con el equipo radio de comunicación de datos integrado en la unidad. Las bandas podrán ser UHF de uso común (libre) o de uso privativo (con licencia).

La canalización de 12,5 kHz o 25 KHz, la potencia de transmisión nominal 27 dBm, la sensibilidad del receptor mejor que -114 dBm, la estabilidad en frecuencia mejor o igual a 1 ppm de -30 °C a + 60 °C.

Las tramas de datos deben incluir encriptación y detección de errores. La salida para antena exterior con conector BNC o TNC

Sustitución de la Unidad Concentradora averiada

La sustitución deberá poder ser efectuada por personal poco cualificado. La unidad no deberá necesitar programación ni configuración local en la instalación (podrá preconfigurarse).

Condiciones ambientales y seguridad

La unidad será integrada, conteniendo la circuitería de control y la circuitería de comunicación radio con las Unidades Remotas.

Contenido en envoltorio con grado de protección IP50.

Temperatura de funcionamiento entre -25°C a +60°C.

Los puertos de comunicación y entrada de alimentación deberán disponer de protecciones integradas frente a descargas electrostáticas y soportar descargas de hasta una potencia de 500W (10/1000 μ S).

Homologación según directiva europea 1999-5 CE transpuesta a la legislación española por el RD 1890-2000

Seguridad eléctrica: Real Decreto 7/1988, de 8 de enero

Compatibilidad electromagnética: Real Decreto 444/1994 de 11 de marzo

Homologación radio: ETS EN 300 113-2

5. 5. RADIO MODEM

5.5.1. ALIMENTACION

12 VCC (entre 10,8 y 15,6 Vcc) (debe permitir alimentación fotovoltaica y/o operación a 12V durante un corte en suministro eléctrico)

5.5.2. CONSUMO MAXIMO

- Inferior a 2000 mA en TX (12V; 5 W)
- Inferior a 160 mA en RX (12 V)
- Si alimentado por red eléctrica debe permitir, en caso de corte de suministro, una autonomía superior a 12 horas con el empleo de baterías recargables pequeñas (algunos Ah)
- Debe permitir alimentación solar con tamaños pequeños de panel

5.5.3. CARACTERÍSTICAS RADIO

- Banda: UHF, sub-bandas de datos
- Canalización: 12,5 kHz
- Número de canales: ≥ 700
- Potencia: Configurable: 100 mW a 5 W
- Velocidad de canal radio: ≥ 4800 bps
- Sensibilidad para BER $1 \cdot 10^{-6}$: - 109 dBm
- Estabilidad en frecuencia mejor o igual a ± 1 ppm de -30 °C a $+60$ °C
- Envejecimiento: ≤ 1 ppm el primer año (menor en años sucesivos)

5.5.4. PUERTO DE DATOS

Radiomodem de puerto serie:

- Velocidad: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400 bps
- Formatos de carácter: 8N1, 8E1, 8O1
- Tiempo de latencia: ≤ 20 mS (retardo total trama)
- Puerto de datos: RS-232 o RS-485 (sin señales de control de flujo: Data-Keying)
- Transparente al protocolo. Longitud de trama no limitada

Radiomodem IP:

- Tiempo de latencia: ≤ 20 mS (retardo total trama)
- Específico para protocolo ModBus TCP-IP

5.5.5. CONDICIONES AMBIENTALES Y SEGURIDAD

- La unidad será integrada: Contendrá la circuitería de control y la circuitería de comunicación radio con las Unidades Remotas
- Contenido en envoltorio con grado de protección: \geq IP50
- Temperatura de funcionamiento: Mejor o igual que -30 °C a $+60$ °C
- Protecciones: Los puertos de comunicación y entrada de alimentación deberán disponer de protecciones integradas frente a descargas electrostáticas y soportar descargas de hasta una potencia de 500W (10/1000 μ S)
- Seguridad eléctrica: UNE-EN 60950
- Compatibilidad electromagnética EMC: ETS EN 301 489-5

5. 6. CENTRO DE CONTROL

El centro de control tiene dos funciones fundamentales dentro del sistema de telegestión:

1. Comunicación con los elementos de control: La comunicación con los elementos de telecontrol es básica, si el Centro de Control no tiene o se interrumpe la comunicación con los elementos de control, deja de poder tener información de los mismos, con lo que el sistema deja de tener sentido. En la mayoría de los casos, no es necesario tener una información en tiempo real, acerca del hidrante, en el centro de control, es suficiente con disponer de información en períodos de tiempo configurados.

2. Gestión de la información proporcionada por los elementos de control: La otra función que debe realizar o facilitar el centro de control, es la gestión de la información, pero, no sólo de la que le envían los controladores, sino de la necesaria para estos actúen como se desee. De esta forma, el Centro de control a de servir de configurador de los elementos de control, como gestor de peticiones, órdenes y consultas a los elementos de telecontrol. Por otra parte debe servir información legible, segura y esperada de la red, para que se puedan llevar a cabo las necesarias tareas de gestión posteriores.

Desde las oficinas se gestionarán las comunicaciones con la concentradora ubicada en la Estación de bombeo de Villaralbo y desde esta con los terminales remotos ubicados en cada hidrante vía radiofrecuencia, GSM o SMS. El intercambio de información estará basado en:

- Envío de órdenes de riego
- Envío de configuraciones
- Recepción de históricos
- Recepción de eventos y alarmas

A su vez, desde las oficinas de la comunidad, se gestionará el envío de información vía mensaje SMS a teléfono móvil al gestor de la comunidad se le enviará toda aquella información que para él sea necesaria como posibles alarmas y eventos que estén ocurriendo en el sistema. El envío de este tipo de mensajes SMS será totalmente configurable desde el programa de gestión.

Se empleará un equipo informático de calidad contrastada, para trabajo 24/24. Se incorporarán las protecciones adecuadas en la alimentación.

Deberá incorporar un equipo SAI para asegurar el funcionamiento del sistema informático y de los equipos de comunicación durante cortes esporádicos de suministro eléctrico, con capacidad de suministro para cortes de duración de hasta 30 minutos. Igualmente dispondrá de una unidad de copia de seguridad para los históricos del sistema.

El PC o equipo informático deberá emplearse exclusivamente para el telecontrol de la red de riego.

5.6.1. REQUISITOS DE INSTALACIÓN

Instalación general del PC

Dispondrá de un conversor-aislador RS-232 a RS-485 para la comunicación vía cable entre el equipo informático donde resida el SCADA y la Unidad Maestra (si la distancia supera los 15 metros).

El PC o equipo informático llevará instalado el software para centro de control SOFSCADA.

Se utilizará un SAI (sistema de alimentación ininterrumpida) con capacidad suficiente para la Unidad Maestra local, así como el sistema informático (PC y periféricos), con una autonomía mínima de 30 minutos.

5.6.2. GESTOR O FRONTAL DE COMUNICACIONES

El gestor se encarga de comunicar con los equipos de campo e interactuar con la base de datos. Las comunicaciones entre el gestor y los equipos de campo se realizan vía radiofrecuencia.

El gestor carga los drivers de comunicaciones necesarios y comunica con los equipos según los intervalos configurados. Las direcciones se leen en bloque o de forma individual, según sea más óptimo. Cualquier señal leída por el gestor queda guardada en la base de datos, con lo que cualquier dato puede ser mostrado gráficamente.

Todos los elementos gestionados se encuentran en la base de datos y pueden ser modificados por el usuario que disponga de privilegios suficientes, entre ellos: nombres de equipos, nombres de señales, números de serie, ubicación georreferenciada, unidades, conversiones, direcciones...

El gestor emplea un lenguaje de programación interpretado multiplataforma que debe permitir un rápido desarrollo de aplicaciones y disponer de un gran conjunto de librerías externas (tipo 2.7 de Python o similar). Este sistema tiene la ventaja de que al no ser necesario compilar el ejecutable, una aplicación puede ser modificada y puesta en funcionamiento al momento.

El sistema debe basarse en tecnologías actuales abiertas y orientadas al entorno web (basado en el framework Django, PHP, Python y HTML5, CSS3 y javascript), y bases de datos ajustadas a la dimensión de cada proyecto (MySQL, Postgres, ORACLE), y con integración de un sistema de información geográfica (GIS).

Cada señal se trata de forma individual y es procesada antes de ser insertada en la base de datos. Se pueden definir diferentes tipos de etiquetas (tags):

- Etiquetas vinculadas a equipos: estos se leerán o escribirán de forma periódica.
- Etiquetas virtuales: etiquetas que no se leen de ningún equipo, pero que se guardan en la base de datos.

- Etiquetas calculadas: etiquetas que son el resultado de operaciones sobre otros valores.

Desde la página de administración se pueden editar los atributos de todos los elementos de comunicación. El modelo de base en drive-controlador-remota (se debe adaptar a cualquier paradigma, ampliando la versatilidad de los equipos y las posibilidades de control del sistema):

- Driver: UMB, MODBUS,OPC...
- Controlador de comunicaciones: CENT-UMB, PLC...
- Equipos remotos: BDr2, BD2,DT,SX...

El entorno de administración y la gestión de la base de datos se realizan por el framework Django1.7. o similar. Es una plataforma rápida, segura y totalmente escalable.

5.6.3. INTERFACE

La interface se ha desarrollado totalmente sobre tecnología web. Se ha optado por estándares abiertos como PHP5. HTML5,CSS3 y Javascript.

La interface es accesible desde cualquier lugar a través de un navegador web, sin la necesidad de instalar plugins o máquinas virtuales. Algunas de las características principales del lenguaje de programación PHP:

- Alta integrabilidad junto a otros paquetes de software, especialmente bajo entornos UNIX.
- Utiliza su propio sistema de administración de recursos y dispone de un sofisticado método de manejo de variables, conformando un sistema robusto y estable.
- Provee diferentes niveles de seguridad.
- Simple y productivo.

Los lenguajes de diseño de web empleados incluyen más elementos gráficos y multimedia, lo cual permite desarrollar aplicaciones complejas que funcionen tanto en ordenadores de sobremesa como en dispositivos móviles (Smartphone).

5. 7. COMUNICACIONES

La transmisión de información entre Unidad Remota y Unidad Maestra será redundante y repetitiva en el tiempo. Se incorporarán mecanismos de detección de errores basados en CRC polinomial.

Un fallo de comunicación o error en una trama será detectado y no provocará falsas maniobras ni lecturas erróneas.

La pérdida de comunicación entre una Unidad Remota y su Unidad Maestra (errores continuos o ausencia de comunicación durante un tiempo prefijado) deberá poder forzar, opcionalmente, el cierre de las válvulas que se hallasen abiertas o el arranque de programas de riego de emergencia ubicados en la

unidad RTU. El restablecimiento de las comunicaciones provocará el restablecimiento de las válvulas (según indicación del Centro de Control).

La caída del Centro de Control o la pérdida de enlace entre el Centro de Control y una Unidad Maestra (errores continuos o ausencia de comunicación durante un tiempo prefijado) deberá ocasionar el cierre de las válvulas que se hallasen abiertas en todas las Unidades Remotas asociadas a dicha Unidad Maestra. El cierre de las válvulas se hará de forma automática escalonada para no provocar una punta de presión en la línea. El restablecimiento de las comunicaciones provocará el restablecimiento de las válvulas (según indicación del Centro de Control).

Cualquier condición de pérdida de comunicaciones (de una Unidad Remota o de una Unidad Maestra) será conocida y señalada inmediatamente por el Centro de Control.

Cualquier disminución de la calidad de un enlace radio será también conocido y señalado por el Centro de Control (para el mantenimiento preventivo).

6. FUNCIONALIDAD DEL PROGRAMA DE GESTIÓN AVANZADA DE RIEGOS

6.1. ELEMENTOS A CONTROLAR

En este apartado se describen los parámetros que se han de controlar, supervisar y operar desde el centro de control. Así mismo, se dan las prestaciones de control asociadas a cada uno de ellos.

6.1.1. ELEMENTOS A CONTROLAR POR PARCELA

Desde el Centro de Control se han de poder visualizar los siguientes datos por cada hidrante (parcela):

Tipo de señal	Frecuencia muestreo ¹	Rango y unidad
Consumo volumétrico (V)	≤ 15 minutos	Totalizadores en 8 cifras (m ³)
Consumo horario (V)	1 hora	Consumo entre cada hora exacta (m ³)
Caudal instantáneo (Q)	≤ 5 minutos	m ³ /h (configurable)
Señal analógica (Presión, etc.)	≤ 15 minutos	(configurable)

Desde el Centro de Control se ha de poder actuar en tiempo real sobre los siguientes elementos por hidrante o parcela:

Tipo de señal	Tiempo de actuación	Acciones
Estado de hidrante (V)	≤ 65 segundos	Abrir y cerrar

6.1.2. ELEMENTOS A CONTROLAR POR EL HIDRANTE

Desde el Centro de Control se han de poder visualizar los siguientes datos por cada hidrante:

Tipo de señal	Frecuencia muestreo	Rango y unidad
Consumo volumétrico (V)	15 minutos	Totalizadores en 8 cifras (m ³)
Consumo horario (V)	1 hora	Consumo entre cada hora exacta (m ³)
Caudal instantáneo (Q)	5 minutos	m ³ /h (configurable)
Señal analógica (Presión, etc.)	15 minutos	(configurable)

Desde el Centro de Control se ha de poder actuar en tiempo real sobre los siguientes elementos por hidrante:

Tipo de señal	Tiempo de actuación	Acciones
Estado de hidrante (V)	65 segundos	Abrir y cerrar

6.1.3. ELEMENTOS A CONTROLAR POR LA RTU

Desde el Centro de Control se han de poder visualizar los siguientes datos por cada punto de control (RTU):

Tipo de señal	Frecuencia muestreo	Descripción
Intrusismo (I)	<=5 minutos	Detección apertura puerta caseta o tapa arqueta
Medida analógica (Presión, nivel, humedad, etc.)	<= 5 minutos	Configurable
Estado de carga de pila y aviso de sustitución	<=15 minutos	Indicación cualitativa del nivel de carga de la pila y alarma cuando se llegue a un nivel de carga de la pila que garantice al menos 1 mes de autonomía
Nivel RSSI bidireccional	Cada comunicación	Valor del nivel de señal radio en cada sentido y alarma si desciende debajo de un nivel mínimo (para indicar deterioro de antena o degradación de unidad)
Calidad datos	Cada comunicación	Indicador de la calidad de los enlaces de datos vía radio de con cada Unidad Remota (RTU) con la Unidad Maestra. Alarma en caso de pérdida de comunicación o deterioro de la calidad del enlace
Temperatura de la unidad	<=15 minutos	Temperatura interna Es igual a la de la arqueta

6. 2. VARIABLES MODBUS Y SU SIGNIFICADO (PROGRAMACIÓN UNIDAD MASTER)

6.2.1. VARIABLES MODBUS CORRESPONDIENTES A LAS UNIDADES RTU ASOCIADAS

La unidad MASTER (concentradora) dispone de registros ModBus asociados a todos los distintos estados, valores, etc, de las unidades remotas RTU asociadas. En funcionamiento normal se interacciona únicamente con la unidad MASTER mediante el protocolo ModBus RTU. La unidad MASTER se encarga, de manera autónoma, de distribuir y recabar las variables correspondientes a cada unidad RTU, mediante enlaces radio. Los registros ModBus se encuentran agrupados por tipo de variable. Para un mismo tipo de variable, registros consecutivos corresponden a unidades RTU's de direcciones consecutivas.

A.) REGISTRO DE CONTROL

Es la representación en forma de registro analógico de los bits de control de las salidas de solenoide, control de medidas periódicas de entradas analógicas y otros bits de control. A la unidad remota de dirección 0 le corresponden la variable analógica de salidas de dirección 0x0000. Dentro de esta variable el bit 0 corresponde al estado de la salida 1, el bit 1 al estado de la salida 2, etc. A la unidad remota de dirección 1 le corresponden la variable analógica de salidas de dirección 0x0001. Dentro de esta variable el bit 0 corresponde al estado de la salida 1, el bit 1 al estado de la salida 2, etc.

Dirección ModBus Registro de Control : 0x0000 + Nº remota (0 a 127)

A. 1) SIGNIFICADO DE CADA BIT DEL REGISTRO DE CONTROL

(b0 a b9) Bits de salidas de solenoides

Corresponden a los bit 0 a 9. El bit 0 corresponde al estado de la salida 1 y el bit 9 al estado de la salida 10 respectivamente. Si una remota no dispone de 10 salidas de solenoide, únicamente considerará los bits asociados a salidas reales.

b10) Bit de control de solenoides directo (Centro Control) o por programa local de riego autónomo

Corresponde al bit 10. Mediante este bit se controla el modo de funcionamiento de la RTU en cuanto al control de salidas de solenoide. Si el estado es '0', la unidad remota tomará como estados de sus salidas de solenoide los estados de los bits 0 a 9 de este word. En el caso de que sea '1', la remota controlará sus salidas de solenoide en función de los programas de riego autónomo que se le hayan cargado previamente.

(b11) Bit de Modo Directo (explicado en el manual Modo Directo)

(b12) Bit de permiso de medidas periódicas para las entradas analógicas

El bit 12 no corresponde a estados de salida de solenoide, sino al bit de permiso de realización de medidas analógicas periódicas en las entradas analógicas 1 a 4 de una remota RTU.

Bit 12 = 0 --- No permite a la RTU la realización de medidas analógicas periódicas en las entradas analógicas

Bit 12 = 1 -- Permite a la RTU la realización de medidas analógicas periódicas en las entradas analógicas

Acción de b12 en las entradas analógicas configuradas con medidas periódicas: 'OFF Time = xx m'

b12 = '1' : La unidad RTU realiza medidas analógicas con el período configurado

b12 = '0' : La unidad RTU no realiza medidas analógicas (medidas inhibidas)

b12 = '0' -> '1': Fuerza conversión e inicia período de medidas.

Acción de b12 en las entradas analógicas configuradas con medidas a la demanda: 'OFF Time = On Demand'

b12 = '0' -> '1': La unidad RTU realiza una medida analógica. Mantener a '1' al menos durante 3 minutos.

b12 = '1' -> '0': Resetea el ciclo. Mantener en '0' al menos durante 3 minutos antes de un nuevo ciclo

(b13) Bit de control de la función corte autónomo por sobrecaudal

El bit 13 controla la función de corte autónomo por sobrecaudal implementada en la RTU. Si es '0', la RTU realizará la función de corte autónomo por sobrecaudal (a condición que se haya activado y configurado esta función en la RTU). Si es '1', no realizará corte por sobrecaudal.

En una RTU con alarmas de sobrecaudal (una o más salidas han sido cortadas debido a sobrecaudal) se deberá poner este bit a '1' para realizar el reset de todas las alarmas de sobrecaudal. Este bit debe mantenerse en '1', durante al menos 5 minutos. Transcurrido este tiempo, puede ponerse de nuevo a '0' para activar de nuevo la función corte por sobrecaudal. Si este bit se escribe y mantiene a '1', la RTU no realizará cortes por sobrecaudal.

(b15 y b14) Bits de control

Los bits 15 y 14 son las variables de control H y L respectivamente. Cuando una unidad concentradora arranca escribe, de manera automática, a '1' el bit de control H y a '0' el de los restantes bits de cada unidad remota. Hay otros casos, como después de un período prolongado sin comunicación con el centro de control, en que el concentrador puede también modificar de forma autónoma el estado de las salidas. Para que los estados de salida mandados desde el centro de control (bits b13, a b0) surjan efecto en la remota, es necesario escribir (y mantener) a '0' el valor de los bits de control H y L.

Nota Importante: Como medida de seguridad el SCADA deberá implementar la estrategia a) ó la b)

a) Actualizar periódicamente (por ejemplo, cada 5' ó 10') en el concentrador y para todas las remotas, el valor del registro 'Salidas de Solenoide y Control Analógicas', con el valor correspondiente al

estado de solenoides y control de analógicas y con la escritura a '0' de los bits de control H y L.

b) Leer de manera periódica el estado de los bits de control H y L correspondientes a la unidad remota 0. Si alguno de ellos está a '1', el centro de control deberá actualizar el estado de las salidas de todas las remotas del concentrador (incluyendo la escritura a '0' de los bits de control H y L)

B.) ENTRADAS DIGITALES

Son la representación en forma de señal analógica de las entradas digitales. A cada unidad remota se le asocia 1 variable analógica tipo word (16 bits) donde cada bit corresponde a una entrada digital. Solamente son significativos los primeros bits asociados a entradas reales (por ejemplo, los 6 primeros bits en una unidad de 6 entradas). Los restantes bits no son significativos, a excepción del correspondiente a la entrada 16 que es un bit de control.

A la unidad remota de dirección 0 le corresponden la variable analógica de entradas de dirección 0x2000. Dentro de esta variable el bit 0 corresponde al estado de la entrada 1, el bit 1 al estado de la entrada 2, etc.

A la unidad remota de dirección 1 le corresponden la variable analógica de entradas de dirección 0x2001. Dentro de esta variable el bit 0 corresponde al estado de la entrada 1, el bit 1 al estado de la entrada 2, etc.

En el arranque la unidad concentradora inicializa todas las variables de entrada 16 (variable de control) a '1' (y también las 15 restantes). El valor de las entradas no corresponderá al valor real en las unidades remotas hasta que el concentrador haya comunicado con las mismas, momento en el que lo indicará pasando a '0' el valor de la correspondiente 'entrada 16'.

Un valor de entrada igual a '0' indica contacto abierto e igual a '1' indica contacto cerrado.

Como norma, el SCADA deberá verificar para cada remota que el estado de la 'entrada 16' está a '0' para dar como válidos los estados de las demás entradas.

Dirección ModBus Reg. Entradas Digitales : 0x2000 + Nº remota (0 a 127)

Esta representación en formato analógico de las entradas digitales puede emplearse en vez de o simultáneamente con la representación digital. El empleo de uno u otro modo quedará a la elección del programador del software de supervisión y control (SCADA).

C.) ENTRADAS ANALÓGICAS

Corresponden al valor de las entradas analógicas 1 a 2 ó 1 a 4 de las unidades remotas. En el arranque la unidad concentradora inicializa todas las variables analógicas al valor 0. Se representan de dos maneras diferentes en registros diferentes:

Formato 16 bits con signo (entradas 1, 2, 3 y 4)

Disponemos de las variables analógicas normalizadas en 16 bits con signo (rango -32768 a + 32767). Las variables correspondientes a RTU's con conversión analógica de 8 bits se representan también normalizadas en 16 bits.

Dirección ModBus Analógica 1 : 0x8400 + N° remota (0 a 127)

Dirección ModBus Analógica 2 : 0x8600 + N° remota (0 a 127)

Dirección ModBus Analógica 3 : 0x8800 + N° remota (0 a 127)

Dirección ModBus Analógica 4 : 0x8A00 + N° remota (0 a 127)

D.) CONTADORES: TOTALIZADORES DE 8 CIFRAS

Corresponde al valor del totalizador de una entrada de contador. A cada contador de unidad remota se le asocian 2 variables analógicas consecutivas (16 + 16 bits). El valor de la primera variable (dirección baja) corresponde al valor de las 4 cifras altas del totalizador. El valor de la segunda variable (dirección baja + 1) corresponde al valor de las 4 cifras bajas del totalizador. En el arranque la unidad concentradora inicializa todas las variables totalizador al valor 0xFFFFFFFF para indicar que no corresponden, todavía, a valores reales.

Como norma, el SCADA deberá verificar que un valor de totalizador es diferente de 0xFFFFFFFF para darlo como válido.

Dirección ModBus Totalizador 1: 0xB000 + 2 x N° remota (0 a 127)

Dirección ModBus Totalizador 2: 0xB100 + 2 x N° remota (0 a 127)

Dirección ModBus Totalizador 3: 0xB200 + 2 x N° remota (0 a 127)

Dirección ModBus Totalizador 4: 0xB300 + 2 x N° remota (0 a 127)

Dirección ModBus Totalizador 5: 0xB400 + 2 x N° remota (0 a 127)

Dirección ModBus Totalizador 6: 0xB500 + 2 x N° remota (0 a 127)

Dirección ModBus Totalizador 7: 0xB600 + 2 x N° remota (0 a 127)

Dirección ModBus Totalizador 8: 0xB700 + 2 x N° remota (0 a 127)

Dirección ModBus Totalizador 9: 0xB800 + 2 x N° remota (0 a 127)

Dirección ModBus Totalizador 10: 0xB900 + 2 x N° remota (0 a 127)

Dirección ModBus Totalizador 11: 0xBA00 + 2 x N° remota (0 a 127)

Dirección ModBus Totalizador 12: 0xBB00 + 2 x N° remota (0 a 127)

Notas:



La función de contaje (totalizador) es realizada de manera continua y autónoma por la unidad remota y es independiente del estado de las comunicaciones de aquella con el concentrador. Es conveniente ajustar, durante la instalación, en la unidad remota los totalizadores para que coincidan con los de los contadores. Esto permitirá verificar que hay coincidencia en el tiempo.

E.) CONTADORES: CAUDALES

Corresponde al valor del caudal (instantáneo) de una entrada de contador. A cada 2 contadores de una unidad remota se les asocia 1 variable analógica tipo word (16 bits) donde los bits 0 a 7 y los bits 8 a 15 corresponden al valor de los caudales de uno y otro contador respectivamente. Dado que la dinámica $((Q_{max} - Q_{min})/Q_{min})$ de un contador de agua estándar permite representar el caudal con sólo 8 bits de datos, se ha elegido transmitir 2 variables analógicas de caudal en 1 sólo registro. De esta forma se consigue aumentar la velocidad de comunicación del sistema (acortando la longitud de la transmisión de datos).

La función de cálculo de caudales es realizada de manera continua y autónoma por la unidad remota y es independiente del estado de las comunicaciones de aquella con el concentrador. La unidad remota mide el intervalo entre impulsos sucesivos de una entrada de contador y de esta magnitud genera el valor Caudal. En el SCADA será necesario multiplicar el valor recibido de cada caudal por una constante para pasarlo a unidades de ingeniería. Existirá un número finito de constantes, aunque puede ser distinta para cada contador (depende de las características del contador).

En el arranque la unidad concentradora inicializa todas las variables caudal al valor 0.

**Dirección ModBus Caudal 2 (bits 15 a 8) + Caudal 1 (bits 7 a 0):
0x5000 + N° remota (0 a 127)**

**Dirección ModBus Caudal 4 (bits 15 a 8) + Caudal 3 (bits 7 a 0):
0x5200 + N° remota (0 a 127)**

**Dirección ModBus Caudal 6 (bits 15 a 8) + Caudal 5 (bits 7 a 0):
0x5400 + N° remota (0 a 127)**

**Dirección ModBus Caudal 8 (bits 15 a 8) + Caudal 7 (bits 7 a 0):
0x5600 + N° remota (0 a 127)**

**Dirección ModBus Caudal 10 (bits 15 a 8) + Caudal 9 (bits 7 a 0):
0x5800 + N° remota (0 a 127)**

**Dirección ModBus Caudal 12 (bits 15 a 8) + Caudal 11 (bits 7 a 0):
0x5A00 + N° remota (0 a 127)**

F.) SEÑAL SINCRO + VOLTAJE PILA

Corresponde a señales de control. Dado que son señales que no necesitan más de 8 bits de resolución para su representación adecuada se ha optado por incluir 2 señales en un mismo registro para acortar la transmisión de datos.

Señal Sincro: (bits 15 a 8) (8 bits): Corresponde a una señal de margen de sincronismo.

- Valor inferior a 37 (0x25) o superior a 94 (0x5E4) indica muy poco margen de sincronismo : Alarma
- Valor entre 37 y 41 (0x25 y 0x29) o entre 89 y 94 (0x59 y 0x5E) indica poco margen de sincronismo : Aviso
- Valor entre 42 y 88 (0x26 y 0x58) indica que existe un buen margen de sincronismo (a temperatura de 25 C debería estar entre 55 y 75) : Normal

Tensión pila: (bits 7 a 0) (8 bits): Corresponde a la tensión de la pila de la remota. El valor está normalizado 0 a 255 (FFh). Debe señalarse que el valor Tensión Pila no se corresponde con una medida de tensión de la pila en condiciones estáticas. Por el contrario, es una medida que la unidad RTU realiza en determinadas condiciones y no debe interpretarse como un valor de capacidad restante de la pila.

- Valor inferior a 166 (0xA6) indica que debe procederse a sustituir la pila: Alarma
- Valor entre 167 y 176 (0xA7 y 0xB0) indica pila baja: Aviso
- Valor superior a 177 (0xB1) indica pila OK: Normal

En el arranque la unidad concentradora inicializa todas las variables Sincro y Tensión Pila al valor 0.

Los valores que fijan los límites de los diferentes rangos de las señales Sincronismo y Tensión Pila, deben ser parametrizables en el SCADA.

Dirección SINCRO (bits 15 a 8) + VPILA (bits 7 a 0) : 0x7000 + N° remota (0 a 127)

G.) NIVEL RSSI EN MASTER+ESTADO DE LA COMUNICACIÓN EN MASTER

Este registro se genera en el propio concentrador e indica el estado de las comunicaciones radio con la remota. Consta de 2 valores:

Nivel de señal radio RSSI recibido en la RTU (bits 15 a 8) (8 bits): Nivel de señal (-dBm) = Valor

- Valor superior a 97 (señal inferior a -97 dBm) indicará que pueden existir problemas importantes de comunicación : Alarma
- Valor entre 90 y 97 (señal entre -90 y -97 dBm) indicará que pueden existir problemas puntuales de comunicación : Aviso
- Valor inferior a 90 (señal superior a -90 dBm) indicará que no debe haber problemas de comunicación : Normal

Estado de comunicación (bits 7 a 0) (8 bits) : El valor óptimo es 0. Valores distintos de 0 indican fallos de comunicación entre el concentrador y la remota o entre la remota y el concentrador. A cada pregunta del concentrador sin recepción de respuesta de la remota el valor se incrementa en una unidad. A cada pregunta con obtención de respuesta el valor pasa de nuevo a 0.

- Valor normalmente a 0 y hasta 2 de manera esporádica : Normal
- Valores esporádicos entre 3 y 5 indican que existen problemas puntuales de comunicación : Aviso
- Valor superior a 5 indica que existen problemas graves de comunicación : Alarma

En el arranque la unidad concentradora inicializa todas las variables RSSI a 135 y Estado Comunicación al valor 255.

Los valores pueden variar con el transcurso del tiempo (condiciones meteorológicas, etc.)

Los valores que fijan los límites de los diferentes rangos de las señales RSSI y Estado de Comunicación, deben ser parametrizables en el SCADA.

Dir.ModBus Valor RSSI (bits 15 a 8) + Estado Com. con Remota (bits 7 a 0): 0x7300 + N° remota (0 a 127)

H.) TIPO DE RTU+VERSIÓN FIRMWARE RTU

La configuración de la unidad remota se define en los bits altos (bits 15 a 8)

El tipo de remota de la unidad remota se define en los bits bajos del registro (bits 7 a 0)

En el arranque la unidad concentradora inicializa todas las variables Configuración Unidad y Versión Firmware al valor 0.

Dirección ModBus Tipo de RTU (bits 15 a 8) + Firmware RTU (bits 7 a 0) : 0x8200 + N° remota (0 a 127).

I.) TEMPERATURA RTU+NIVEL RSSI EN RTU

Este registro se genera en la RTU e indica la temperatura interna de la RTU y el nivel de señal radio recibido en la RTU. Consta de 2 valores:

Temperatura medida en la RTU (bits 15 a 8) (8 bits):

Temperatura (°C) = Valor - 30

Nivel de señal radio RSSI recibido en la RTU (bits 7 a 0) (8 bits):

Nivel de señal (-dBm) = Valor

- Valor superior a 97 (señal inferior a -97 dBm) indicará que pueden existir problemas importantes de comunicación: Alarma
- Valor entre 90 y 97 (señal entre -90 y -97 dBm) indicará que pueden existir problemas puntuales de comunicación : Aviso
- Valor inferior a 90 (señal superior a -90 dBm) indicará que no debe haber problemas de comunicación : Normal

En el arranque la unidad concentradora inicializa todas las variables temperatura a 0 (corresponde a temperatura de -30 °C) y nivel de señal radio a 135 (corresponde a un valor de -135 dBm).

Los valores que fijan los límites de los diferentes rangos de las señales temperatura y nivel de señal radio deben ser parametrizables en el SCADA.

Dirección ModBus TEMP. RTU (bits 15 a 8) + RSSI en RTU (bits 7 a 0) : 0x8000 + N° remota (0 a 127).

J.) CONFIGURACIÓN RTU

Este registro se genera en la RTU e indica su configuración. Consta de 16 bits:

Bit 15 a bit 12 : Número de contadores de la RTU

Bit 11 a bit 8 : Numero de entradas digitales de la RTU

Bit 7 a bit 4: Numero de solenoides de la RTU

Bit 3: '1' indica conversor analógico de 12 bits; '0' indica conversor analógico de 8 bits

Bit 2 a bit 0: Numero de entradas analógicas de la RTU

En el arranque la unidad concentradora inicializa todos los bits a '0'.

Dirección ModBus CNF-RTU (bits15 a 0): 0x6400 + N° remota (0 a 127)

K.) ALARMAS SOBRECAUDAL

Corresponde al estado de alarmas de sobrecaudal de la RTU (solenoides cerrados por sobrecaudal). El b0 corresponde al solenoide 1, el b1 al solenoide 2, etc. '1' indica alarma por sobrecaudal.

En el arranque la unidad concentradora inicializa todos los bits a '0'.

Dirección ModBus Alarma Sobrecaudal (bits 9 a 0) : 0x9000 + N° remota (0 a 127)

L.) NUMERO DE SERIE RTU

Cada registro (word) contiene 2 caracteres del número de serie (valor hex del correspondiente carácter ASCII).

Caracteres 8 y 7 del NS : Dirección ModBus : 0x6500 + N° remota (0 a 127)

Caracteres 6 y 5 del NS : Dirección ModBus : 0x6600 + N° remota (0 a 127)

Caracteres 4 y 3 del NS : Dirección ModBus : 0x6700 + N° remota (0 a 127)

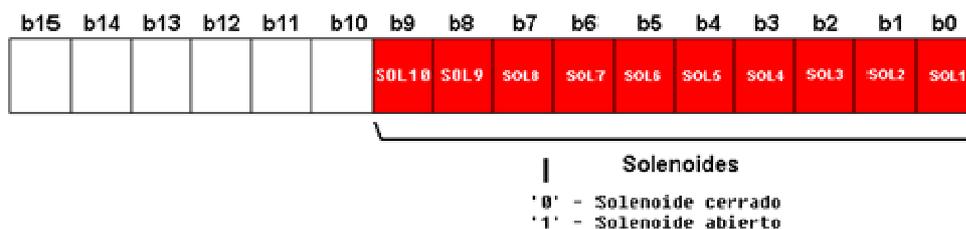
Caracteres 2 y 1 del NS : Dirección ModBus : 0x6800 + N° remota (0 a 127)

En el arranque la unidad concentradora inicializa todos los words a '0000'.

M.) ESTADOS DE LAS SALIDAS (SOLENOIDES)

Permite leer el estado real de las salidas en la unidad RTU, tanto en modo control directo como en modo programa autónomo de riego. El estado se

actualiza en el siguiente ciclo después de un cambio de las salidas.



Dirección ModBus : 0x2200 + N° remota (0 a 127)

N.) REGISTROS HORARIOS

Cuando la MASTER tiene su reloj puesto en hora la distribuye a sus RTU's asociadas y éstas realizan un registro histórico en memoria no volátil (data logger): Las variables registradas y el período de registro pueden ser de diferentes tipos, pero siempre a cada inicio de hora la unidad MASTER recaba de forma automática el registro histórico horario de la hora anterior de todas las unidades RTU asociadas. Estos registros pueden leerse en la unidad MASTER y están disponibles hasta que son reemplazados por los de la siguiente hora.

N. 1) REGISTRO HORARIO TIPO 1:

Contiene:

- Los valores de los totalizadores 2, 3 y 4 (en 8 cifras) a la hora exacta
- Los valores de las analógicas 1, 2, 3 y 4 (en 8 bits) de los minutos 00, 10, 20, 30, 40 y 50 de la hora
- Los valores de los estados de las salidas de solenoide de los minutos 00, 20 y 40 de la hora

Las unidades RTU disponen del registro de históricos de los últimos 7 días que puede leerse localmente o a distancia mediante un proceso especial.

Dirección ModBus inicial del ULTIMO REGISTRO HORARIO (22 WORD / REGISTRO RTU)

0xC000 + 0x40 x N°remota (0 a 127)

Validez de un registro:

- Formato del registro: 0 indica que todos los campos del registro son inválidos. Debe tener el valor 1, que corresponde al tipo de registro.
- Hora del registro: Si b7-b0 del word hora es > 23, indica que todos los campos del registro son inválidos
- Totalizador: Si el b15 del word correspondiente a la 4 cifras altas es '1' indica totalizador no válido.
- Analógicas: Si el valor de una analógica es 1, indica valor no válido.
- Estado salidas: Si el b15 es '1' indica estados no válidos.

6.2.2. VARIABLES MODBUS PROPIAS DE LA MASTER O UNIDAD CONCENTRADORA

A.) TEMPERATURA MASTER+ NIVEL CONTINUO RSSI EN MASTER

Este registro se genera en la MASTER e indica la temperatura interna de la MASTER y el nivel de señal radio continuo recibido en la MASTER. Consta de 2 valores:

Temperatura medida en la MASTER (bits 15 a 8) (8 bits): Temperatura (°C) = (Valor + 256) x 0,83 – 271,3

Nivel de señal radio RSSI continuo recibido en la MASTER (bits 7 a 0) (8 bits):
Corresponde al nivel de señal radio continuo que la MASTER: Nivel de señal (-dBm) = Valor

Dirección ModBus TEMP. MASTER (bits 15 a 8) + RSSI en MASTER (bits 7 a 0): 0x3000

B.) TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN MASTER+NIVEL RSSI ÚLTIMA TRAMA RECIBIDA EN MASTER (CORRESPONDIENTE A ÚLTIMA RTU RECIBIDA)

Este registro se genera en la MASTER e indica la tensión de alimentación de la MASTER y el nivel de señal radio recibido de la última RTU interrogada. Consta de 2 valores:

Tensión de alimentación MASTER (bits 15 a 8) (8 bits): Tensión (V) = (Valor / 166,43) x 12

Nivel de señal radio RSSI recibido en la MASTER de la última RTU recibida (bits 7 a 0) (8 bits): Nivel de señal (-dBm) = Valor

Dirección ModBus TENSION MASTER (bits 15 a 8) + RSSI en MASTER (bits 7 a 0): 0x3001

C.) ALARMAS LOCALES EN MASTER

Alarmas locales en MASTER (bits 15 a 8) (8 bits):

Bit 15 – Bit 14 – Bit 13 (Alarmas de potencia TX RF)

000 --> no hay alarma

001 --> aviso potencia inferior nominal - 1 dB

010 --> alarma potencia inferior nominal - 3 dB

011 --> alarma potencia muy baja (- 6 dB)

101 --> aviso potencia superior a nominal + 1 dB

110 --> alarma potencia superior a nominal + 3 dB

Bit 12 a Bit 10 (sin significado)

Bit 9 – Bit 8 (Alarmas de tensión de alimentación)

00 --> no hay alarma: 11,32 V < VALIM < 15 V

01 --> alarma: VALIM > 15 V

10 --> aviso: 10,74 V < VALIM < 11,32 V

11 --> alarma: VALIM < 10,74 V

Bit 7 a Bit 0 (sin significado)

Dirección ModBus ALARMAS LOCALES MASTER (bits 15 a 8)+futuro (bits 7 a 0) : 0x3002

D.) NÚMERO DE ARRANQUES DE LA UNIDAD

Contador del número de arranques de la unidad. Cada vez que la unidad MASTER arranca (se alimenta) o se resetea (Por Ejemplo: Después de una reconfiguración), se incrementa el contador en una unidad.

El contador se guarda en memoria no volátil y es de 16 bits (0 a 65535).

Entre otras aplicaciones, su lectura permite comprobar si la unidad sufre cortes en la alimentación.

Dirección ModBus Nº ARRANQUES DE LA UNIDAD MASTER (bits 15 a 0): 0x3003

E.) FECHA Y HORA

La unidad MASTER incorpora un reloj en tiempo real. Una vez la MASTER puesta en hora, distribuye esta información a sus unidades RTU asociadas. Después de un arranque o un reset de la MASTER este reloj permanece parado, y arranca al realizar la primera puesta en hora.

Para la puesta en hora se escribirán en una única trama 4 registros Word, con dirección ModBus inicial: 0x3008

Reg. 0x3008: (b15-b8) Subsegundo (0 a 255) ; (b7-b0) Segundos (0 a 59)

Reg. 0x3009: (b15-b8) Minuto (0 a 59) ; (b7-b0) Hora (0 a 23)

Reg. 0x300A: (b15-b8) DiaMes (1 a 31) ; (b7-b0) Mes (1 a 12)

Reg. 0x300B: (b15-b8) Año (2 últimas cifras) (08 a 43) ; (b7-b0) DiaSemana (1 a 7)(1 - Lunes)

La puesta en fecha/hora de la MASTER y su distribución automática al resto de unidades RTU's permite a éstas realizar funciones tales como: Programas de riego autónomo; históricos horarios, totalizadores horarios y otras funciones.

Una vez realizada la puesta en hora de la MASTER (y la distribución automática a las RTU's), éstas sincronizan su reloj/calendario con el de la MASTER. En caso parada de la MASTER, las unidades RTU mantienen la fecha/hora mediante su reloj/calendario autónomo.

F.) DIRECCIÓN RTU ENLAZADA

Durante el funcionamiento normal la unidad MASTER enlaza con todas las unidades RTU cada 64 segundos, a razón de una unidad RTU cada 500 mS. En este registro se presenta la dirección de unidad RTU corriente enlazada. Este

registro es de sólo lectura y solamente admite lectura individual. Se emplea en el Modo Directo.

Dirección ModBus del registro : 0xFFFFE

G.) CONTROL DEL MODO DIRECTO

El Modo Directo permite la comunicación directa del Centro de Control con una unidad RTU a través de la unidad MASTER, sin que la unidad MASTER interrumpa el funcionamiento normal de polling secuencial al resto de unidades RTU asociadas (no se interrumpe el normal funcionamiento del sistema).

- La comunicación directa permite:
- Lecturas del datalogger de históricos de una RTU
- Carga de programas de riego autónomo en la unidad RTU
- Comunicación directa y transparente con equipos auxiliares (programadores de riego de abonado, etc.) conectados al puerto RS-485 de la unidad RTU.
- Reconfiguraciones de la unidad

Este registro es de lectura / escritura. Solamente admite lectura o escritura individual.

Dirección ModBus del registro : 0xFFFF

Durante funcionamiento Normal, el valor del registro debe ser 0x0000

6. 3. SOFTWARE DE GESTION DE LA RED DE RIEGO

El software de supervisión, gestión y telecontrol para la comunidad de regantes propuesto es un sistema es modular y permite cargar diferentes submódulos según se haya habilitado en la configuración. El software permite las siguientes funcionalidades principales:

- Comunicación con diferentes equipos de campo a través de diferentes protocolos e interfaces de comunicaciones.
- Lectura simultánea de datos por diferentes interfaces, visualización en tiempo real del estado de las estaciones y los valores de las señales (instantáneo, acumulado). Desde la visualización de un hidrante pueden obtenerse alarmas, planificaciones, informes y gráficas asociadas.
- Gestión de planificaciones de riego, por tiempo y volumen, a todos los niveles de jerarquía (zona, sector, hidrante). El sistema de planificaciones se puede aplicar al riego o a otras señales del sistema. Se basa en la asignación a una señal de un determinado valor siguiendo la planificación prevista.
- Integración del Sistema de Información Geográfica (GIS), que permite la visualización geoposicionada de todos los elementos de la instalación, así como la situación geográfica de los mismos.

- Gestión de usuarios y roles (seguridad y autenticación).
- Gestión de redes de diferentes presiones. Este apartado se puede implementar conociendo las estaciones de bombeo, las señales de la estación y la dinámica del funcionamiento.
- Gestión de alertas (correo, SMS, pantalla...), el sistema permite la definición de consignas para alarmas de señales individuales o de cualquier combinación de las mismas. Una vez superado un umbral de alarma, se genera y se monitoriza hasta superar el tiempo de persistencia asignado a la misma. Si la alarma sigue activa una vez superado dicho intervalo, se generará el aviso correspondiente a partir de la plantilla predefinida y se enviará a un destinatario o a un grupo de los mismos, por el canal o canales definidos a este fin.
- El módulo de graficas permite la edición de gráficas (predefinidas y configurables según necesidad, con diferentes intervalos de tiempo, históricas, dinámicas...), informes (riego, ...). Permite la exportación en formato Excel y pdf e históricos de datos. Este módulo permite generar gráficas dinámicas en tiempo real e histórico sobre cualquier señal o un conjunto de ellas, referenciadas a partir de los hidrantes que las soportan.
- Gestión de parcelas, contadores y propietarios. El gestor de la red de riego permite hacer cambios en la definición de elementos de riego:
 - Alta de nuevos contadores
 - Alta de nuevas electroválvulas
 - Alta de nuevos propietarios
 - Alta de nuevas parcelas
 - Asignación de nuevos propietarios a contadores nuevos o existentes
- Gestión de propietarios, abonados y tarifas. Se aplica para la gestión de todos los procesos necesarios para la comunidad de Regantes:
 - Definición de tarifas, cánones...
 - Gestión y mantenimiento de propietarios
 - Visualización de todas las lecturas y recibos del abonado, comunicación constante y en tiempo real con la información de campo que genera el módulo de supervisión y control.
- Gestión de recibos de consumo, recibos bancarios y recepción de impagos.
- Control de cobro de facturas.
- Gestión y mantenimiento de consumos.



RTU (Remote Terminal Unit)



UNIDAD MAESTRA



ANTENA OMNIDIRECCIONAL

7. PROGRAMA DE GESTIÓN INTEGRADA DE LA COMUNIDAD DE REGANTES

En este apartado se establecen las bases por las que es necesario realizar las actuaciones descritas en este anejo. Cualquier modernización de regadíos debe suponer un cambio en la forma de gestión de la Comunidad de Regantes para que las inversiones realizadas en la modernización sean eficaces.

7.1. LAS REDES DE RIEGO MODERNIZADAS OBLIGAN A CAMBIAR LOS PROCESOS DE GESTIÓN

La puesta en marcha del riego modernizado supone un cambio a todos los niveles organizativos, económicos y operativos de la Comunidad de Regantes, la cual, debe afrontar la gestión de una red de distribución modernizada, compleja y, normalmente, con elevado consumo energético.

Los aspectos necesarios a gestionar dentro de una Comunidad de Regantes han ido evolucionando con el paso del tiempo, aumentando en número, complejidad y exigencia, debido fundamentalmente a esta modernización de los regadíos. En la siguiente tabla se muestra la repercusión que ha tenido la modernización de regadíos en relación a las áreas críticas de gestión:

Aspecto	Regadíos tradicionales	Regadíos modernizados
---------	------------------------	-----------------------

Dependencia energética	Baja o nula	Elevada
Manejo de la instalación	Sencillo	Complejo
Horarios de riego	Fijos	Demanda
Eficiencia distribución de agua	Baja 50-60%	>85%
Dotaciones de riego por hectárea	Alta	Menores
Sistema de riego predominante	Tradicional	Goteo
Necesidad de capacitación trabajadores	Media	Especialización
Exigencias administrativas (Medioambiente, seguridad, etc.)	Bajas	Crecientes
Empleo de tecnología	Baja	Elevada
Precio del agua	Bajos	Más elevados
Presupuestos anuales	Bajos	Elevados
Demanda de servicios adicionales por los comuneros	No	Sí. Cada vez mayor.
Cambios en la propiedad de la tierra	Bajo	Elevado
Necesidades de mantenimiento de infraestructuras	Bajas y poco profesionalizadas (mondas, limpieza, reparaciones de acequias)	Elevadas y profesionalizadas(Tuberías, bombeos, equipos electrónicos, etc)

Otro aspecto importante que no se puede ignorar consiste en el hecho de que el personal que tradicionalmente está vinculado a la gestión de la Comunidad tiene que adaptarse a una situación completamente nueva con el riego modernizado. Este cambio no es siempre fácil y es tanto más sencillo cuanto antes se involucre a los gestores de la Comunidad en la definición de los cambios de gestión que la modernización va a suponerles.

Con el fin de que la Comunidad de Regantes pueda obtener los beneficios económicos y medioambientales (uso optimizado del agua, la energía, abonado, etc) que se espera se deriven de la explotación de las obras de modernización de infraestructuras y para facilitar un adecuado mantenimiento de las mismas, se deberán contemplar las actividades necesarias para asegurar que los procesos de gestión empleados por la Comunidad de Regantes para realizar sus funciones sean también adaptados a la nueva situación derivada de la modernización.

Además, es necesario modelar estos procesos en un entorno integrado de herramientas de gestión. Ello es debido a que en una Comunidad de Regantes se encuentra íntimamente ligada la gestión de los recursos (agua, energía, fertilizante) con el resto de procesos de gestión que afectan al territorio, mantenimiento, administración, etc siendo por tanto necesario tener una visión conjunta de los mismos y tener la posibilidad de realizar una explotación conjunta de la información generada por diferentes procesos. Para ello es necesario recurrir a un entorno de herramientas de gestión integradas o ERP específicamente diseñado para las Comunidades de Regantes, que es un

sistema de información gerencial que integra y maneja todos o muchos de los procesos de negocios asociados con las operaciones de producción de la Comunidad.

También hay que tener en cuenta que la modernización de una Comunidad normalmente se realiza por sectores lo que conlleva la necesidad integrar diferentes procesos de gestión en función de las características de los sectores que componen la Comunidad (sectores a presión con automatismos diferentes, sectores a manta, etc). Esto da lugar a la paradoja de que la modernización, si no contempla la gestión integral de la Comunidad, produce un efecto indeseable al forzar a la desintegración de la información y a la proliferación de herramientas independientes para soportar las necesidades de gestión particulares de cada sector, lo que a medio plazo desemboca en sobrecostes y problemas en el funcionamiento normal de la Comunidad y de su personal.

Por todas las razones mencionadas anteriormente resulta de gran importancia dotar a una Comunidad que se va a modernizar o está recién modernizada de procedimientos de gestión de la Comunidad adaptados a la nueva situación, así como instalar las bases de datos y las herramientas informáticas que permitan gestionar la Comunidad en sus múltiples frentes de la forma más satisfactoria y económica que sea posible. Sin esto, la explotación de las obras de modernización será mucho más dificultosa y los resultados obtenidos no serán los que cabría esperar de las elevadas inversiones que suponen estas obras.

7. 2. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA GESTIÓN MODERNA DE UNA COMUNIDAD DE REGANTES

La gestión de una Comunidad de Regantes cada día es más compleja y sensible, necesitando administrar gran cantidad de frentes con la máxima coordinación posible en el mínimo tiempo. La gestión exitosa de una Comunidad de Regantes se sustenta sobre una serie de principios básicos que son:



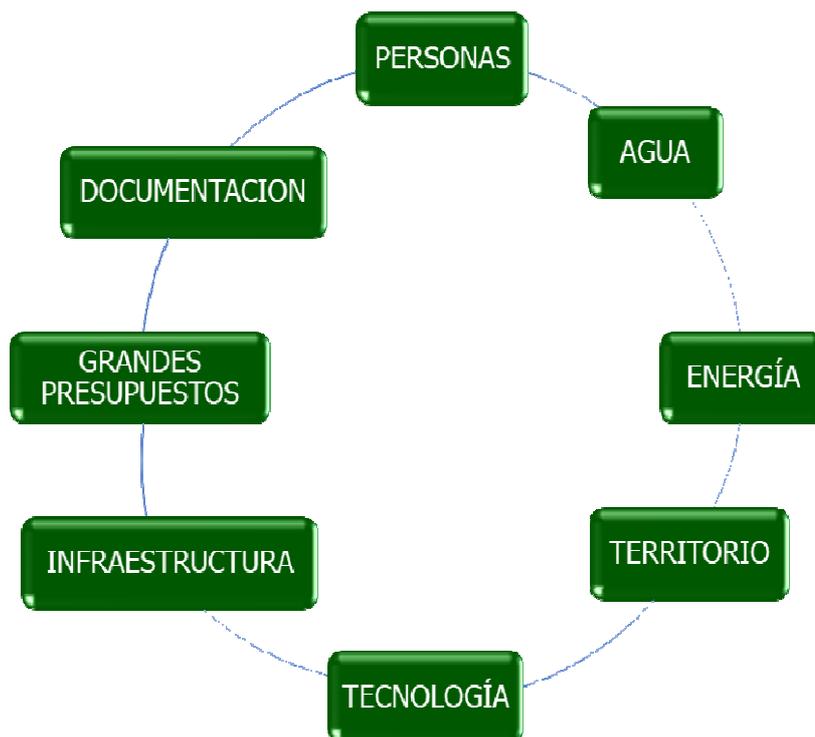
- **Eficiencia en el empleo de recursos** (energéticos, hídricos, recursos humanos, materiales, etc.). La gestión global de una Comunidad de Regantes, en la que además, se emplean todos sus recursos de forma eficiente genera multitud de sinergias positivas. Todo ello, redundando, entre otros aspectos, en una elevada eficiencia económica, sobre la cual ha de asentarse cualquier organización. Este principio es fundamental, ya que la disminución de costes conlleva un aumento del beneficio potencial obtenido en las explotaciones agrícolas de los comuneros.
- **Transparencia.** Como se ha comentado, las Comunidades de Regantes tienen la difícil tarea de administrar, directa o indirectamente, recursos sensibles a nivel social, político y ambiental, como son, fundamentalmente, el agua, la energía y la tierra, así como importantes presupuestos. Por tanto, la organización debe transmitir una imagen de transparencia en la gestión, con total disponibilidad de toda la información relativa a su gestión hacia sus comuneros y administraciones y adoptar las mejores prácticas de gestión técnica y económica.
- **Calidad del servicio.** Obviamente este es el propósito central de una organización de riego, prestar a los comuneros un servicio de alta calidad, que contemple no sólo recibir el agua en tiempo y forma a un precio lo más ajustado posible, sino también recibir otra serie de servicios adicionales que le permitan mejorar

su calidad de vida y facilitar los trabajos relacionados con el riego de sus plantaciones.

- **Mejora continua,** de tal forma que se establezcan los mecanismos y procesos para detectar anomalías y mejoras en el funcionamiento, anticipándose a los acontecimientos y si no es posible adaptándose a ellos con la mayor rapidez y flexibilidad posible. La suma combinada de pequeñas mejoras en cualquier nivel genera importantes mejoras en la Comunidad de Regantes. Intentar mejorar cualquier labor cotidiana realizada, por liviana que pueda parecer, inculca una cultura de innovación y proactividad permanente de vital importancia para la “buena salud” de una Comunidad de Regantes.
- **Imagen pública.** No basta con realizar una gestión eficiente de los recursos, ser transparentes, ser proactivos, prestar un servicio de calidad, etc. Además, la Comunidad de Regantes, como entidad de gran arraigo social en los territorios que abarca debe ser capaz de transmitir estos principios tanto a sus regantes como a la sociedad en general.

7.3. LA GESTION MODERNA DE UNA COMUNIDAD DE REGANTES DEBE SER DE TIPO INTEGRAL

Con la modernización se han puesto en escena algunos aspectos que antes prácticamente no revestían interés ni suponían problema alguno para las Comunidades de Regantes. En la actualidad, las organizaciones de riego modernizadas deben gestionar fundamentalmente varios frentes, tal y como se expone a continuación en la figura:



La gestión de una Comunidad de Regantes moderna implica administrar múltiples aspectos entre los que se encuentran recursos sensibles a nivel social como son el agua, la energía y el territorio. Además, hay que tener en cuenta que las Comunidades de Regantes tienen carácter público, determinado por su finalidad en la administración de aguas públicas, distribución de caudales, resolución de litigios y realización de función de policía. Estos son hechos diferenciadores de estas organizaciones, que implican una mayor complejidad y responsabilidad para los gestores.

Tradicionalmente, todos estos aspectos se han gestionado de forma estanca e individual sin tener en cuenta que las decisiones que se toman en relación a cada uno de estos aspectos repercute en otros de forma directa (por ejemplo: el vínculo entre consumo de agua y energía o las posibilidades de disminución en el consumo de agua que se producen cuando se aplica una dosificación optimizada a los cultivos para lo que es necesario conocer la estructura de cultivos). Este enfoque de gestión individual no ha aprovechado la sinergia que se produce cuando se aborda la gestión de una Comunidad de Regantes de

forma global o integral gracias a la cual los gestores pueden tener una visión general del funcionamiento de la Comunidad.

También hay que mencionar el hecho de que el estilo de gestión normalmente existente en las Comunidades de Regantes implica una gran dependencia de personas concretas que acumulan el conocimiento de gestión. Esto supone un problema en el caso de que sea necesario reemplazar a estas personas.

La gestión integral de todos los frentes que hay que administrar en una Comunidad de Regantes se traduce en una disminución de los costes anuales y por tanto, en una reducción del coste del metro cúbico servido al regante, así como en una mejora en la calidad del servicio prestado al mismo.

La gestión integral en una Comunidad de Regantes requiere herramientas de gestión INTEGRADA (del tipo ERP especializado para Comunidades de Regantes como se ha dicho antes) que cumplan los requisitos que se reflejan en los apartados siguientes.

7.4. REQUISITOS TÉCNICOS APLICABLES PARA LAS APLICACIONES DE GESTIÓN INTEGRADA

A continuación, se describen los requisitos técnicos que deberán cumplir las aplicaciones software que se empleen o haya que desarrollar dentro del proyecto para soportar los procesos de gestión integral de la entidad de riego.

7.4.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES DE LAS APLICACIONES PARA GESTIÓN INTEGRADA

Las aplicaciones de gestión integrada consistirán en distintos módulos software integrados entre sí a través de una base de datos común y deberán de contemplar funcionalidad para:

- Apoyar los procesos de gestión dentro de la comunidad que se realizan por el personal propio de la misma: Administrativos, personal de campo, etc.
- Apoyar la toma de decisiones de los directivos (Presidente, Secretario, Junta de Gobierno)
 - Mejorar la calidad de los servicios de la Comunidad a los comuneros, permitiendo a éstos la realización de las gestiones más frecuentes con la Comunidad así como el acceso a información básica (facturas, consumos, etc)de forma telemática.
 - Las aplicaciones de gestión deberán promover la transparencia en la actividad de la Comunidad, a través de una página web integrada con las mismas donde se pueda publicar la información pública relevante.
 - Las aplicaciones de gestión deberán permitir cumplir a la Comunidad con lo establecido por la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas, que establece (ART.12) que las administraciones Públicas deberán garantizar que los interesados pueden relacionarse con la Administración

a través de medios electrónicos, y también con lo establecido en la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público.

- Las aplicaciones de gestión serán aplicaciones web desarrolladas en lenguaje Java o similar. Estas aplicaciones podrán ser utilizadas por los usuarios mediante una conexión a Internet desde cualquier dispositivo móvil o fijo a través de navegadores estándar sin necesidad de herramientas adicionales.

- El acceso a las aplicaciones se realizará mediante clave de usuario concertada y contraseña que viajarán encriptadas por Internet mediante, TLS/SSL.

- Las aplicaciones de gestión y las bases de datos estarán alojadas en servidores seguros con los que se realizarán transacciones encriptadas mediante protocolo TLS/SSL.

- Las aplicaciones de gestión y las bases de datos cumplirán con lo estipulado en el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD).

- El uso de las aplicaciones será sencillo e intuitivo para el usuario final. Las instrucciones de uso de las aplicaciones de gestión estarán integradas en las propias aplicaciones haciendo innecesaria la existencia de manuales de usuario impresos. Estas instrucciones se actualizarán cuando sea necesario debido a un cambio en la funcionalidad o en la forma de uso del programa.

- El almacenamiento de toda la información necesaria para la gestión integrada de la Comunidad usuaria se realizará en una única base de datos relacional. En esta base de datos se almacenará la información necesaria para todos los procesos de gestión usados por la entidad de riego. En particular:

- Gestión administrativa (Censos de usuarios y parcelas así como facturaciones realizadas)
- Gestión del agua (Consumos y usos del agua)
- Gestión de la energía (Consumo de energía)
- Gestión de mantenimiento (Tareas realizadas, control de costes)
- Gestión documental (archivo digital de documentos)

- Las aplicaciones de gestión deberán tener una estructura modular que permita añadir módulos que cubran nuevas áreas de gestión y admitirán la modificación de su software para adaptarse a requisitos específicos que puedan surgir.

- Los módulos de las herramientas deberán permitir la adaptación a las particularidades de gestión de la Comunidad de forma sencilla lo que puede ser necesario por múltiples razones (aparición de nuevas tecnologías, toma de decisiones en la junta de gobierno, evolución de la comunidad, etc.) sin modificar la información existente y con la posibilidad de hacer uso de la misma.

- El modelo de datos, el software de base empleado y el estilo de programación deberán evitar posibles errores producidos por el

incorrecto uso diario de las herramientas (por ejemplo, borrado de información relacionada entre sí tal como ocurre con parcelas relacionadas y los usuarios con los que están relacionadas).

- Las aplicaciones de gestión deberán disponer de métodos web que permitan establecer los procesos de comunicación en ambos sentidos que se requieran entre las herramientas de gestión y otros sistemas de información externos tales como:

- Automatismos de riego
- Herramientas externas de terceros proveedores tales como banca electrónica, optimizadores
- Redes agro meteorológicas.
- Dispositivos diversos conectados a Internet.

A estos efectos se valorará que allí donde sea aplicable que se adopte al estándar de comunicaciones de telecontroles interoperable reflejado en el borrador de norma UNE 21622. Si los sistemas externos lo permiten, esta comunicación se realizará a través de métodos web basados en JSON o similar.

- Deberá mantenerse de forma automática una base de datos histórica con los datos de la entidad de riego con la información relativa a la estructura de la misma: cultivos, usos del agua, consumos, etc. a lo largo del tiempo con el objetivo de poder establecer bases de apoyo a la gestión futura.

- Deberá ser posible explotar de forma conjunta los datos correspondientes a varios procesos de gestión para obtener información con mayor valor añadido mediante la combinación de los mismos.

- Las aplicaciones de gestión deberán generar bases de datos que puedan soportar técnicas de minería de datos y análisis de negocio a partir de las mismas con datos actuales e históricos de múltiples comunidades de regantes así como en datos externos provistos por diversas fuentes mediante el empleo de herramientas especializadas tales como HANDOOP, HPCC, PENTAHO , etc.

- Deberán contener funcionalidades tipo WEBGIS que permitan el manejo de las aplicaciones de gestión y la explotación de la información de forma georeferenciada, así como la explotación de información geográfica de apoyo a la gestión que pueda provenir de servicios WMS externos públicos o privados tales como mapas base, imágenes de teledetección obtenidas mediante drones o satélites, etc.

7.4.2. REQUISITOS TÉCNICOS APLICABLES PARA EL ENTORNO HARDWARE Y DE COMUNICACIONES

A.) SERVIDORES Y SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

Las aplicaciones de gestión que se desarrollen deberán funcionar en un entorno hardware que cumplirá con los requisitos siguientes:

- Los servidores deberán estar instalados en un centro de datos con, al menos, las características siguientes:

- Debe ofrecer conexiones redundantes a Internet mediante circuitos de fibra óptica.
- Los servidores deberán ser fácilmente ampliables tanto en capacidad de proceso como en disco duro y en memoria RAM.
- Deberán disponer de suministro de corriente alterna a través de, al menos, dos sistemas principales respaldados por sistemas de alimentación ininterrumpida. Adicionalmente deberá existir un grupo electrógeno (generador diesel). En los racks, se entregarán 2 conexiones eléctricas provenientes de circuitos de alimentación independientes.
- Deberá existir un control de temperatura y humedad que asegure que los servidores funcionan en las condiciones de trabajo requeridas por el fabricante.
- Deberá existir un sistema de protección de incendios.
- Los servidores deberán estar protegidos por cortafuegos para prevenir accesos no autorizados a los mismos.
- Los servidores deberán realizar copias de seguridad periódicas que permitan restaurar los servicios en caso de necesidad, al menos una vez al día.
- Deberán existir medidas de seguridad y control de acceso que, como mínimo, comprenderán control de entrada y salida es facilitada mediante guardias de seguridad. El acceso a los equipos se realizará, en todo caso, con llave.
- Se deberá realizar copia de seguridad diaria de las bases de datos en un lugar diferente del lugar donde estén situados los servidores principales.
- La infraestructura de servidores y sistemas de almacenamiento que soporten las aplicaciones de gestión deberá tener las características siguientes:
 - Las características mínimas de los servidores serán: 4 CPU a 2 Ghz, RAM 12 GB y disco duro de 500 GB.
 - La infraestructura deberá asegurar el funcionamiento ininterrumpido de las aplicaciones, de forma que las posibles averías no afecten al usuario de las mismas.
 - Las bases de datos funcionarán sobre discos instalados con configuración RAID 5.

B.) SOFTWARE DE USO GENERAL

El software de uso general instalado en los servidores que soportará el funcionamiento de las aplicaciones que se desarrollen será de código abierto. Sus características serán las siguientes:

- Los servidores funcionarán preferentemente bajo sistema operativo LINUX.
- Se empleará un gestor de base de datos relacional PostgreSQL o similar con capacidad de gestionar la información sin limitaciones de tamaño.
- El servidor de páginas será Apache Tomcat o similar.

- Las aplicaciones de mapeo WebGIS estarán desarrolladas con librerías de código abierto como Leaflet. La publicación de información geoespacial para el consumo del WebGIS se realizará mediante Geoserver o similar.
- Los servidores deberán tener capacidad de gestionar correos electrónicos a través de un servidor de correos Openwebmail o similar.

7. 5. FUNCIONALIDAD REQUERIDA PARA LAS APLICACIONES DE GESTIÓN

A continuación, se describe la funcionalidad mínima que se exigirá a las distintas aplicaciones de gestión.

7.5.1. FUNCIONES BASE

Las Funciones Base tendrán como objetivo soportar los procesos básicos de gestión integrada de la Comunidad de Regantes. Deberán de cumplir con los requisitos siguientes:

- Censo de usuarios: Contendrá la información necesaria para todos los procesos de gestión de todas aquellas personas, físicas o jurídicas, relacionadas con las parcelas que están incluidas en la Comunidad.
- Censo de parcelas: Contendrá la información necesaria para todos los procesos gestión de cada una de las parcelas incluidas en la Comunidad. En la información de cada parcela tendrán que contemplarse los distintos usos del agua existentes en la misma de forma que pueda realizarse un seguimiento detallado de la aplicación del agua en los distintos usos.
- Usos del agua dentro de una parcela: Cada uso del agua dentro de una parcela deberá llevar asociada información de los elementos de todas las redes de riego que le suministran agua. Si el uso es agrícola, deberá poderse asociar el tipo de suelo y el cultivo existente, así como la variedad empleada.
- Permitirán la actualización de los datos del SCADA relacionados con la gestión de la Comunidad directamente desde las aplicaciones de gestión sin necesidad de introducir estas modificaciones dos veces: en el SCADA y en las aplicaciones de gestión.
- Será posible realizar facturaciones de los conceptos siguientes:
 - Consumos de agua de cualquier tipo
 - Derramas proporcionales a superficie
 - Derramas proporcionales a volumen
 - Gastos directos a parcelas
 - Abonos a usuarios
- Existirá la posibilidad de crear gastos directos a parcelas en una hoja Excel externa e importarla en las aplicaciones de gestión para su facturación.
 - A cada concepto facturado podrá aplicársele impuestos indirectos.
 - Deberá existir una herramienta de gestión de préstamos que permita tratar tanto el cobro de las cantidades relacionadas con los préstamos de modernización como la cancelación anticipada o la

redistribución de las cantidades pendientes de amortización en caso de que se den divisiones de parcelas.

- Deberá ser posible realizar facturaciones asociadas como mínimo a dos CIF diferentes.
- Existirá la posibilidad de realizar el cobro a los usuarios empleando los métodos de pago siguientes:
 - Domiciliación, mediante generación de cuadernos SEPA de la AEB (Asociación Española de la Banca).
 - Pago en ventanilla, mediante la generación de cuaderno 57 de la AEB con control por código de barras.
 - Pago directo en la Comunidad
- Para usuarios con pago domiciliado, será posible asignar el cobro de diferentes conceptos a diferentes cuentas corrientes de los usuarios.
- Será posible realizar el punteo automático de facturas mediante los archivos estándar devueltos por los bancos según las normas bancarias de la AEB.
- Las aplicaciones soportarán el control de cantidades aportadas a cuenta para el saldo parcial de facturas pendientes.
- Será posible gestionar el proceso de recaudación ejecutiva que marca la Ley, desde las facturas en estado de periodo voluntario de pago hasta la fase de embargo. Las aplicaciones permitirán proceder al embargo de cuentas corrientes de regantes deudores desde las aplicaciones.
- Será posible realizar la exportación de las facturaciones a los programas de contabilidad empleados por la entidad de riego.
- Deberá existir la posibilidad de filtrar usuarios por diversos conceptos para enviar masivamente avisos a los mismos tanto por correo electrónico como por sms.
- Deberán existir herramientas para la generación de informes de gestión tanto en formato .pdf como en formato de hojas de cálculo Excel.
- Deberá existir una herramienta para la generación de correspondencia postal que permita la creación de modelos de carta y su personalización para los regantes a los que se desee enviar.
- Las herramientas deberán incluir un sistema de registro de entrada-salida electrónico conforme a la Ley 30/1992,1 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas.
- Las herramientas deberán incluir un sistema de gestión documental electrónico que permita almacenar en formato digital los documentos que se desee junto con la metainformación que permita su búsqueda e identificación. El sistema estará vinculado con el registro de entrada salida electrónico para poder asociar a los documentos guardados su número de registro de entrada y de salida.
- Deberá existir un archivo histórico de datos históricos de gestión de la Comunidad que incluya:
 - Usuarios
 - Parcelas
 - Usos del agua

- Dosificaciones de agua por uso, cultivo y variedad
- Consumos de energía e indicadores energéticos

7.5.2. FUNCIONES BASE PARA GESTIÓN DEL AGUA

Las aplicaciones de gestión soportarán los procesos de gestión del agua empleada en el regadío y la optimización de la misma. Para esto, las aplicaciones de gestión deberán tener las características siguientes:

- Permitirán gestionar tantos tipos de agua empleados en la Comunidad como se deseen. Cada tipo de agua podrá tener diferentes precios en función del uso al que va destinada.
 - Los distintos tipos de agua podrán ser gestionados siguiendo criterios tanto de consumo en volumen como en tiempo de suministro.
 - Permitirán modelar cualquier proceso de asignación del agua a los usuarios y gestión de la misma que pueda emplearse en la comunidad (peticiones, concesiones, contadores, horas de riego, etc).
 - Permitirán gestionar la asignación de cupos de agua a cada uso en las parcelas, permitiendo la concurrencia de varios tipos de agua y de varias redes de riego en un mismo uso (tanto gravedad como presión).
 - Permitirán el control del volumen de agua realmente utilizada en cada uso de cada parcela durante el período que se determine.
 - Permitirán el manejo de unidades de volumen/superficies particulares de uso en la Comunidad.
 - Permitirán la detección de fugas de agua y de consumos excesivos no justificados en la red.
 - Permitirán la lectura automatizada a través de métodos web de datos de los automatismos de riego para incorporar los datos de consumo de forma sencilla para su almacenamiento, tratamiento y facturación.
 - Permitirán la generación de informes relacionados con el consumo de agua para que los gestores puedan tomar las decisiones de gestión del agua más adecuadas. Estos informes, como mínimo serán los siguientes:
 - Peticiones y concesiones de agua dentro de un período
 - Concesiones realmente consumidas de agua dentro de un período
 - Consumos dentro de un período por parcelas y por usos
 - Lecturas de contadores y consumos en un período
 - Las herramientas permitirán la generación de indicadores de adecuación del suministro de agua a las necesidades de los cultivos durante la campaña de riego. Estos indicadores serán:
 - Aporte Relativo de Agua (RWS)
 - Aporte Relativo de Agua de Riego (RIS)
 - El modelo de datos empleado por las aplicaciones deberá permitir la implantación de herramientas y servicios de aplicación optimizada de agua al nivel de parcela mediante el empleo de predicción de necesidades de riego.

- Las aplicaciones deberán permitir la conexión, a través de métodos web, con herramientas externas a las mismas cuya misión sea la optimización del agua.
- Las aplicaciones permitirán la generación de programaciones de riego para su exportación a los automatismos de riego mediante métodos web.

7.5.3. FUNCIONES PARA LA GESTIÓN DE INFORMACIÓN GEOESPACIAL

Para la explotación de información geoespacial en apoyo de la gestión de la Comunidad de Regantes existirá un sistema WebGIS, integrado a nivel de base de datos con las aplicaciones de gestión que tendrá las características siguientes:

- El sistema WebGIS permitirá cargar directamente desde las aplicaciones de gestión:
 - Archivo Shp de parcelario con acceso a ficha de información de parcela a partir de la información sobre la misma que exista en la base de datos de gestión.
 - Archivo Shp Plano de elementos lineales (tuberías, desagües, caminos, etc) que permita vincular a su ficha informativa dentro de las aplicaciones de gestión a los elementos representados.
 - Archivo Shp Plano de elementos puntuales (hidrantes, válvulas etc) que permita vincular a su ficha informativa dentro de las aplicaciones de gestión a los elementos representados. En el caso de que haya elementos puntuales que puedan contener a otros elementos puntuales, el sistema WebGIS estará estructurado de forma que se pueda acceder a la ficha tanto de los elementos contenedores como los que son contenidos.
 - Los archivos Shp tanto de parcelario como de elementos lineales y puntuales deberán permitir la codificación por colores de los elementos para una representación más intuitiva.
- El sistema WebGIS permitirá visualizar:
 - Parcelario de la Comunidad
 - Capa de Elementos Lineales
 - Capa de Elementos Puntuales
 - Parcelario de Catastro
 - Recintos SigPAC
 - Capas de servicios WMS externos.
 - Capas propias de la Comunidad usuaria tales como vuelos dron realizado para la Comunidad, imágenes de satélite y otras informaciones geoespaciales de interés como planos antiguos de la Comunidad, etc
- El sistema WebGIS permitirá emplear la siguiente cartografía base:
 - Open Street
 - Open Street gris

- Google Maps
- Google Satélite
- Google Híbrido
- Google relieve
- Coberturas del Plan Nacional de Ortofotogrametría Aérea
- Instituto Geográfico Nacional mapa base
- Instituto Geográfico Nacional mapa raster
- El sistema WebGIS será sensible al dispositivo para poder emplearlo desde, ordenador, tableta o teléfono inteligente.
- El sistema WebGIS deberá mantener disponer de herramientas que faciliten la coherencia entre la información geoespacial y la de la base de datos de gestión, permitiendo identificar aquellas parcelas no representadas.
- El sistema WebGIS permitirá la identificación de referencia la catastral de cualquier punto del plano.
- El sistema WebGIS incluirá herramientas para realizar medidas de distancia y superficie
 - El sistema WebGIS incluirá el widget Google Street View.
 - El sistema WebGIS permitirá determinar sobre el plano la localización geográfica del dispositivo en el que se esté trabajando.
 - El sistema WebGIS permitirá la Impresión de planos a cualquier escala.
 - El sistema WebGIS permitirá la creación e impresión de mapas temáticos relacionados con características de las parcelas (cultivos, elementos de la red que suministran agua, umbrales de consumo de agua, etc).
 - El sistema WebGIS permitirá la gestión del color de los distintos elementos de las capas de elementos lineales y puntuales.
 - El sistema WebGIS dispondrá de un servidor WMS propio para poder visualizar las capas de información que se desee a desde el mismo.
 - El sistema WebGIS permitirá el acceso a las aplicaciones de gestión directamente desde los planos. relacionadas con el parcelario, elementos lineales o puntuales que sean de utilidad en el trabajo de campo.
 - El WebGIS implantará funciones de búsqueda de elementos representados en las capas de parcelario, elementos lineales y elementos puntuales. Cuando se realice una búsqueda, el sistema centrará en la pantalla el elemento buscado y hará zoom sobre el mismo.

7.5.4. FUNCIONES WEB

Las aplicaciones de gestión deberán disponer de funciones que permitan la publicación en Internet de contenidos. A tales efectos la página web de la Comunidad deberá incluir las siguientes características:

- Disponer de una web pública de la entidad para suministrar al exterior información que se desee tal como noticias, avisos a los usuarios por averías, publicación de información relacionada con la transparencia como datos de la Junta de Gobierno, estatutos, etc. La página web

deberá permitir que entidades externas autorizadas a la Comunidad puedan publicar información de interés. La página web pública regantes dispondrá de una versión móvil para que también pueda ser empleada en dispositivos tipo smartphone.

- Todas las secciones de la página serán autogestionables por la Comunidad a través de formularios sencillos de un gestor de contenidos. El gestor de contenidos deberá permitir la integración de cualquier programación externa (bases de datos, aplicaciones, etc) que se precise.

7.5.5. FUNCIONES DE OFICINA ELECTRÓNICA DEL REGANTE

Las aplicaciones de gestión deberán disponer de funciones que permitan a los regantes el acceso a información privada para los mismos que genere por la Comunidad, así como la realización de las gestiones más habituales por vía telemática, sin necesidad de acudir a las oficinas de la misma. A tales efectos existirá una Oficina Electrónica del Regante que deberá incluir las siguientes características:

- Cada usuario de la Comunidad podrá acceder a la Oficina electrónica del regante mediante claves (nombre de usuario y contraseña) que le darán únicamente acceso a la información de la que es propietario sin poder acceder a información correspondiente a otros usuarios.
- La Oficina Electrónica del regante se podrá acceder desde ordenadores y también desde teléfono móvil del tipo smartphone.
- El usuario podrá:
 - Ver datos personales y solicitar cambios en caso de necesidad
 - Ver datos de parcelas y solicitar cambios en caso de necesidad
 - Ver y descargar recibos facturados de los últimos cinco años
 - Datos de contacto del guarda asignado y envío de avisos al mismo mediante correo electrónico.
 - Realización de declaraciones de cultivos. Incluyendo los datos de las explotaciones individuales que sirvan para la predicción de necesidades de agua de los cultivos tanto herbáceos como leñosos.
- Gestión del agua.
 - Realizar peticiones de riego tanto puntuales como planificadas a largo plazo dentro de la campaña.
 - Ver concesiones de agua por parte de la Comunidad, relacionadas con las peticiones realizadas.
 - Visualizar consumos de agua.
- Avisos y comunicaciones desde la Comunidad.
- Notificación a la Comunidad por sede electrónica para dar de alta incidencias o solicitud de mejoras para las infraestructuras.

7.5.6. FUNCIONES DE SEDE ELECTRÓNICA

Con el objeto de adaptarse a la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas, y también con lo establecido en la Ley 40/2015, de 1 de octubre de Régimen Jurídico del Sector Público, las aplicaciones de gestión deben incluir la funcionalidad necesaria, particularizada para las Comunidades de Regantes, que permita ofrecer mecanismos electrónicos para la realización de las gestiones de los regantes o terceras personas frente a las Comunidades de Regantes.

- Las funciones de sede electrónica permitirán:
 - El inicio de trámites con la Comunidad y presentación de la documentación correspondiente que sea requerida de forma telemática en cualquier estado del trámite.
 - El seguimiento de expedientes por parte del usuario desde el inicio del expediente hasta la resolución del mismo por parte del usuario.
 - La gestión de notificaciones al usuario por parte de la Comunidad
- El sistema de sede electrónica implantado estará integrado con el Registro de Entrada-Salida y el sistema de Gestión Documental de la Comunidad que forman parte de las Funciones Base.
 - El acceso de los usuarios al sistema de sede electrónica se realizará mediante clave concertada.
 - Los documentos emitidos por la Comunidad de Regantes relativos a cada trámite (justificantes de registro de entrada, notificaciones, etc) irán firmados electrónicamente por la Comunidad.

7. 6. GARANTÍA, ATENCION AL USUARIO Y MANTENIMIENTO

A la adjudicación, la empresa adjudicataria deberá presentar una oferta que cubra las actividades a realizar durante el período de garantía y la fase operativa de las herramientas. Estas actividades cubrirán al menos:

- Necesidades de mantenimiento y mejora de la infraestructura del centro de cálculo (servidores, armarios de discos, cortafuegos, etc) que puedan surgir.
- Los servicios de Internet necesarios para el funcionamiento de las herramientas (conexiones a Internet, etc)
- Posibles necesidades de adaptación a los cambios de funcionamiento de navegadores (Chrome, Firefox, Edge), de servicios de banca electrónica, automatismos...
- Almacenamiento de los datos de gestión y realización y almacenamiento de copias de seguridad.
- Apoyo técnico telefónico y por correo electrónico al personal de la Comunidad para resolución de dudas.