

Anexo 2- REQUISITOS del **SISTEMA DE RIEGO INTELIGENTE PARA EL PARQUE DE LA CUÑA VERDE DE LA LATINA**

I	DESCRIPCION DEL AREA Y LOS ELEMENTOS DE RIEGO DONDE SE VA A INSTALAR EL SISTEMA	2
1.	LOCALIZACION.....	2
2.	ELEMENTOS DE RIEGO	3
3.	INFRAESTRUCTURA EXISTENTE PARA LAS COMUNICACIONES	6
4.	FICHEROS CON INVENTARIO DE ELEMENTOS GEOREFERENCIADO	7
II	REQUISITOS DEL SISTEMA	8
5.	FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.....	8
6.	ARQUITECTURA DE LA SOLUCION	9
6.1.	Componentes del sistema inteligente de riego.....	9
6.2.	Requisitos del sistema informático que permita la teleoperación.....	9
6.3.	Requisitos técnicos del hardware y software de los elementos del sistema inteligente de riego.....	11
6.4.	Algunas dificultades encontradas en el pasado con sistemas de telegestión	11
II	INSTALACION, PRUEBAS Y MANTENIMIENTO	12
7.	INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	12
8.	PRUEBAS	13

I DESCRIPCIÓN DEL ÁREA Y LOS ELEMENTOS DE RIEGO DONDE SE VA A INSTALAR EL SISTEMA

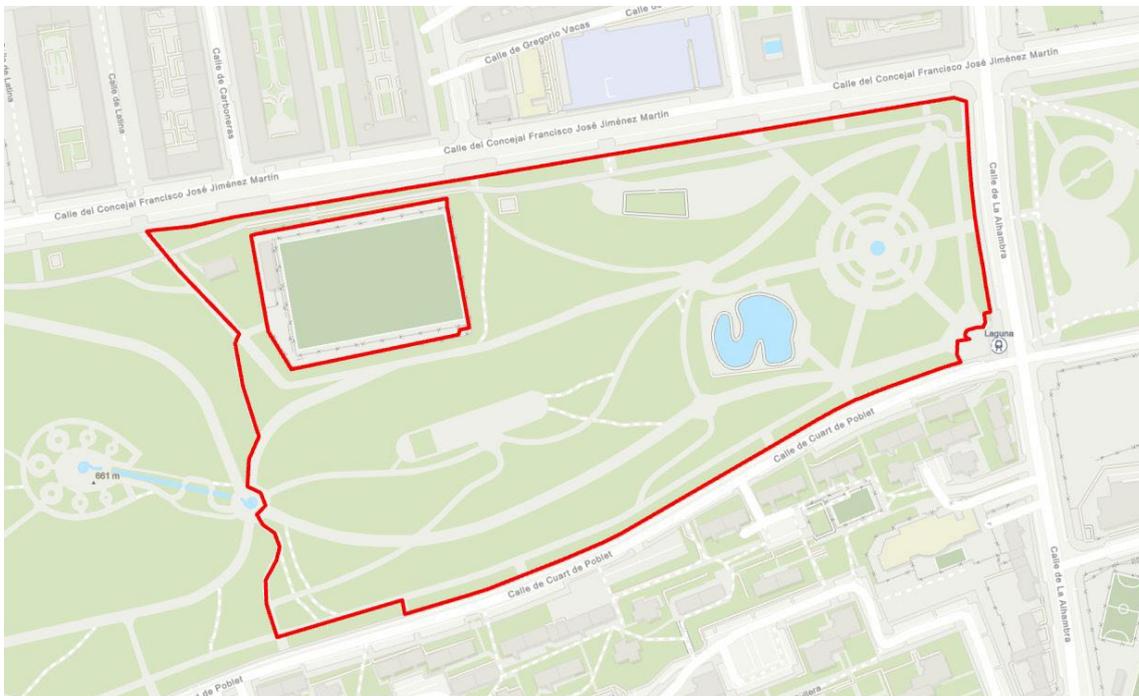
1. LOCALIZACIÓN

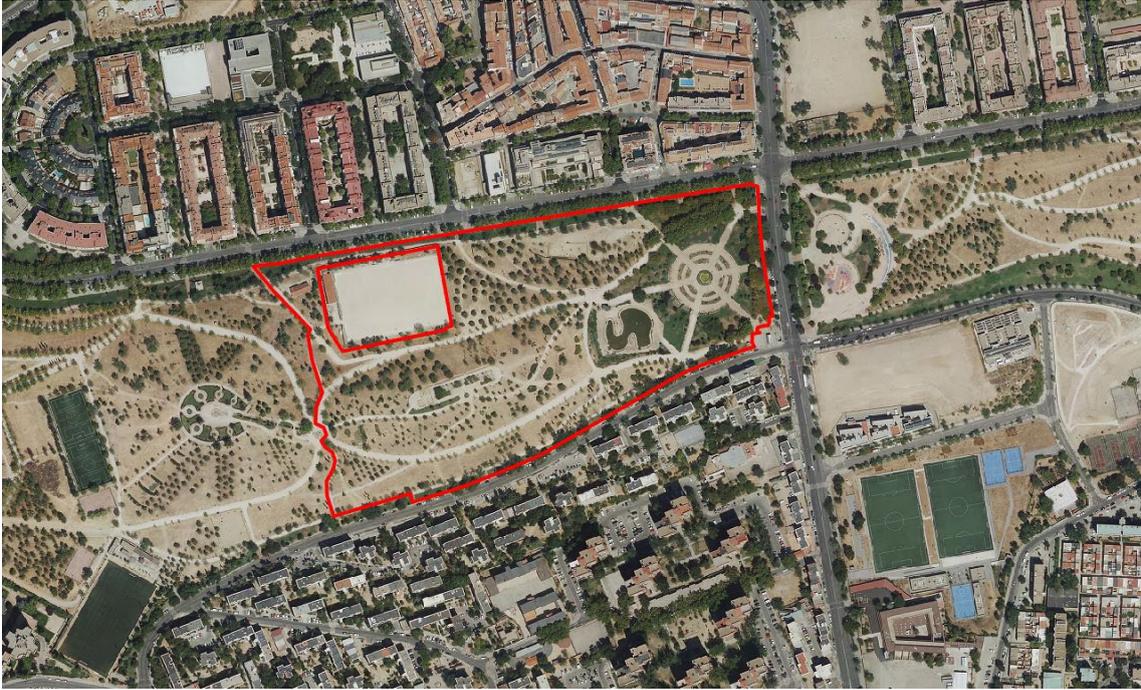
El área seleccionada para la instalación del sistema se encuentra dentro del Parque de la Cuña Verde, en el distrito de Latina. Este parque tiene una extensión total de 67,92 ha.

La superficie elegida para el proyecto es de 8,71 ha. Esta superficie está delimitada al norte por la calle Concejal Francisco José Jiménez Martín, al sur por la calle Cuart de Poblet y al este por la calle Alhambra. El límite al oeste es un camino que atraviesa el parque de norte a sur.

Dentro del ámbito elegido para el proyecto, existen 5 zonas diferenciadas:

- Mirador: Se trata de la zona más elevada. Cuenta con una pérgola y un área infantil. Las laderas son praderas naturales con arbolado.
- Rosaleda: zona de plantación de rosales en parterres con disposición circular regada por goteo.
- Lago: lámina de agua irregular rodeada de superficie de macizos arbustivos regados con goteo.
- Praderas perimetrales y alrededor de rosaleda: se trata de superficies de césped que bordean el parque y la superficie de la rosaleda, regadas con sistemas de aspersión y difusión
- Área infantil y Área de juegos de mayores: zona estancial terriza con arbolado.





2. ELEMENTOS DE RIEGO

Este parque cuenta con una red de riego abastecida con agua regenerada. La red está conformada por tuberías de polietileno de diferentes diámetros para repartir el caudal disponible a los distintos sectores de riego.

Se recoge a continuación la descripción de los principales elementos de riego.

Sectores de riego:

La zona seleccionada para el proyecto dispone de 66 sectores de riego:

- riego por aspersión: 28 sectores
- riego por goteo: 34 sectores
- riego por difusión: 4 sectores

Arquetas.

Existen en total 57 arquetas repartidas por toda la zona donde se alojan las electroválvulas, llaves de corte y programadores autónomos. De estas arquetas, 45 unidades están fabricadas en ladrillo con tapa metálica y 12 unidades son arquetas prefabricadas de plástico.

Electroválvulas.

La activación del riego de cada sector se hace mediante una electroválvula controlada, a día de hoy, por programadores autónomos de baterías de 9V ubicados en el interior de arquetas.

El número de electroválvulas es igual al de sectores de riego:

- riego por aspersión: 28 sectores
- riego por goteo: 34 sectores
- riego por difusión: 4 sectores

La marca y modelo de electroválvulas existentes que tendrán que activar los controladores/programadores que se propongan en el nuevo sistema son las siguientes:

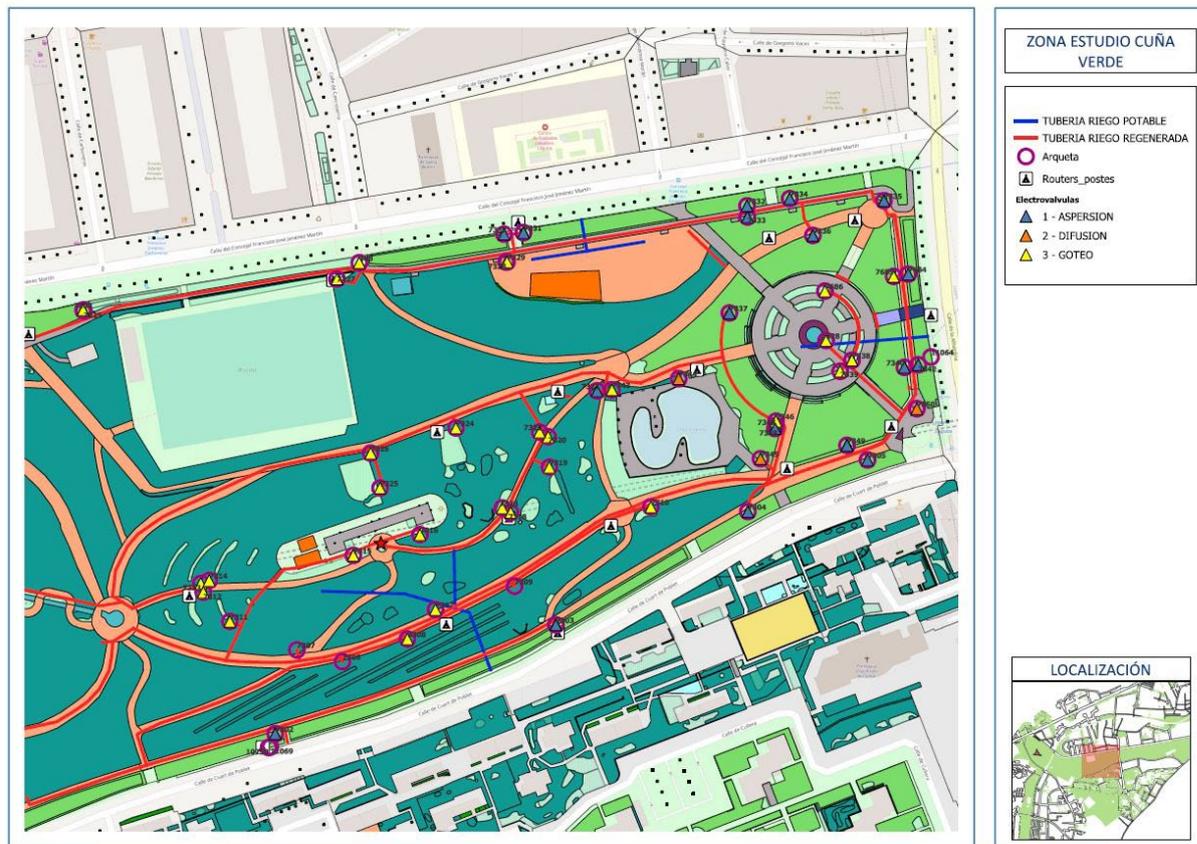
MODELO	Altura x Longitud x Anchura
RAINBIRD 100-PGA	7 1/4" (18,4 cm) x 5 1/2" (14,0 cm) x 3 1/4" (8,3 cm)
RAINBIRD 150-PGA	8" (20,3 cm) x 6 3/4" (17,2 cm) x 3 1/2" (8,9 cm)
RAINBIRD 200-PGA	10" (25,4 cm) x 7 3/4" (19,7 cm) x 5" (12,7 cm)

Programadores:

De forma ilustrativa, aunque dicha información puede no ser relevante para el proyectista, los programadores autónomos existentes (en total 48 unidades) son de la marca Solem (puede encontrar información en <https://solem-irrigation.com/es/producto/bl-ip/>):

- SOLEM 1 estación 36
- SOLEM 2 estaciones 9
- SOLEM 4 estaciones 3

Se recoge a continuación la ubicación de tuberías, arquetas y electroválvulas.



Las programaciones actuales del sistema de riego son las siguientes:

ID ARQUETA	Nº DIAS RIEGO PROGRAMADO	RIEGO TIPO ASPERSION	HORARIO RIEGO ASPERSION	RIEGO TIPO DIFUSION	HORARIO RIEGO DIFUSION	RIEGO TIPO GOTEO	HORARIO RIEGO GOTEO	ELECTROVALVULAS
7335	5	SI	02:15 - 02:45	SI	02:45 - 03:00	NO		2
7685	5	SI	01:30 - 02:00	NO		SI	02:00 - 03:00	2
7684	5	SI	02:00 - 02:20	NO		NO		1
7686	5	NO		NO		SI	06:20 - 06:50	1
528	5	NO		SI	02:50 - 03:00	NO		1
7342	5	SI	02:50 - 03:20	NO		NO		1
7340	5	SI	02:20 - 02:50	NO		NO		1
7338	5	NO		NO		SI	06:50 - 07:50	1
7350	5	NO		NO		SI	02:00 - 03:00	1
7339	5	NO		NO		SI	06:20 - 06:50	1
7305	5	SI	04:00 - 04:30	NO		NO		1
7346	5	NO		NO		SI	06:50-07:50	1
7347	5	SI	04:20 - 04:50	NO		NO		1
7348	5	SI	04:50 - 05:20	NO		NO		1
7334	5	SI	04:30 - 05:00	NO		NO		1
7333	5	SI	01:00 - 01:30	NO		NO		1
7332	5	SI	05:00 - 05:30	NO		NO		1
7336	5	SI	00:00 - 00:30 / 00:30 - 01:00	NO		NO		2
7337	5	SI	05:20 - 05:50 / 05:50 - 06:20	NO		NO		2
7303	5	SI	05:00 - 05:30 / 05:30 - 06:00	SI	06:00 - 06:15	NO		3
7349	5	SI	03:20 - 03:50 / 03:50 - 04:20	NO		SI	04:20 - 05:20	3
7345	5	NO		SI	02:50 - 03:50	NO		1
7304	5	SI	04:30 - 05:00	NO		NO		1
7344	5	NO		SI	02:50 - 3:00	SI	03:00 - 04:00	2
7310	5	NO		NO		SI	06:00 - 06:50	1
7319	5	NO		NO		SI	05:00 - 06:00	1
7320	5	NO		NO		SI	06:00 - 07:00	1
7322	5	NO		NO		SI	04:00 - 05:00	1
7318	5	NO		NO		SI	04:00 - 05:00	1
7323	5	NO		NO		SI	04:00 - 05:00	1
7316	5	NO		NO		SI	06:00 - 07:00	1
7308	5	NO		NO		NA	CONDENADA	1
7315	5	NO		NO		SI	04:00 - 05:00 /	2

ID ARQUETA	Nº DIAS RIEGO PROGRAMADO	RIEGO TIPO ASPERSION	HORARIO RIEGO ASPERSION	RIEGO TIPO DIFUSION	HORARIO RIEGO DIFUSION	RIEGO TIPO GOTEO	HORARIO RIEGO GOTEO	ELECTROVALVULAS
							05:00 - 06:00	
7302	5	SI	06:00 - 06:30 / 06:30 - 07:00	NO		NO		2
7311	5	NO		NO		SI	04:00 - 05:00 / 05:00 - 06:00	2
7312	5	NO		NO		SI	06:00 - 07:00	1
7313	5	NO		NO		SI	05:00 - 06:00	1
7314	5	NO		NO		SI	05:00 - 06:00	1
7203	5	SI	06:30 - 07:00 / 07:00 - 07:30	NO		NO		2
7330	5	SI	06:00 - 06:30	NO		NO		1
7331	5	SI	05:30 - 06:30	NO		NO		1
7343	5	NO		NO		SI	06:50 - 07:50	2
7321	5	NA		NO		NO		1
7329	5	NO		NO		SI	00:00 - 01:00	1
7328	5	NO		NO		SI	01:00 - 02:00	1
488	5	NO		NO		SI	01:00 - 02:00	1
7324	5	NO		NO		SI	04:00 - 05:00	1

3. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE PARA LAS COMUNICACIONES

Dentro del área seleccionada existe una caseta de jardineros con alimentación eléctrica que eventualmente, si fuera necesario, podría utilizarse para ubicar o alimentar algún elemento.



Del mismo modo, en la zona seleccionada existen instalados en la actualidad 12 postes de madera (de 8 metros de altura) donde podrían instalarse los concentradores/gateways de comunicaciones, si fuera necesario.

El parque se encuentra ubicado en una zona urbana con perfecta cobertura de los distintos operadores de telefonía móvil.

En caso de que la solución ofertada utilizara protocolos WiFi/6LowPan, UPM-Cedint-Ayuntamiento de Madrid proporcionarían e instalarían los concentradores y repetidores para crear la malla de conectividad.

4. FICHEROS CON INVENTARIO DE ELEMENTOS GEOREFERENCIADO

Todos los elementos del sistema de riego actual del parque están georeferenciados y se pondrán a disposición del adjudicatario del contrato. Se dispone de una serie de ficheros con un inventario de todo el equipamiento georeferenciado existente, incluyendo la ubicación de los distintos elementos dónde habrá que instalar los nuevos dispositivos del sistema inteligente de riego.

Estos ficheros, en formato vectorial, tienen la información correspondiente a toda la superficie del parque de la Cuña Verde de Latina (que incluye la parte de estudio y el resto del parque), en formato shapefile de ESRI (.shp), que incluye la representación gráfica georeferenciada del conjunto de datos junto con los atributos contenidos en una base de datos en formato dBase Data Base file (.dbf):

CUÑA VERDE - BOCA DE RIEGO AP
CUÑA VERDE - BOCA DE RIEGO AR
CUÑA VERDE - CASETAS JAR
CUÑA VERDE - CAUDALIMETRO AR
CUÑA VERDE – CONCENTRADOR
CUÑA VERDE - CONTADOR AP
CUÑA VERDE - CONTADOR AR
CUÑA VERDE - CUR NIVEL
CUÑA VERDE - ELECTROVALVULAS AR
CUÑA VERDE - PTO SUMINISTRO
CUÑA VERDE – REJILLAS
CUÑA VERDE – POSTES
CUÑA VERDE - SECTOR RIEGO
CUÑA VERDE - TUBERIA DE RIEGO AP
CUÑA VERDE - TUBERIA DE RIEGO AR
CUÑA VERDE - ZON ESTUDIO
CUÑA VERDE - ZONA VERDE
CUÑA VERDE – ZONIFICACION
CUÑA_VERDE_ARQUETA

Se dispone también de los siguientes ficheros en formato .shp de la zona de estudio elegida:

ARQUETAS

BOCA RIEGO AR

CONCENTRADOR

CONTADOR AP

ELECTROVALVULAS AR

REJILLAS

POSTES

SECTOR RIEGO

TUBERIA RIEGO AP

TUBERIA RIEGO AR

II REQUISITOS DEL SISTEMA

5. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

El sistema implantado debe permitir actuar a distancia o localmente sobre las electroválvulas de los distintos circuitos de riego, para adaptar el riego a las necesidades hídricas, así como monitorizar su funcionamiento, y en particular, debe permitir entre otras cosas:

- Asignar a las distintas electroválvulas una programación por defecto a distancia o de manera local.
- Asignar a las distintas electroválvulas unas consignas de funcionamiento sobre la programación por defecto en función de determinadas condiciones meteorológicas de la ciudad y locales (previsiones meteorológicas generales y medidas in situ) o del ambiente o entorno. (por ejemplo, cancelación o demora del riego en situación de lluvia, excesiva humedad en el terreno)
- Monitorizar el flujo de agua para identificar posibles malfuncionamientos del sistema o averías.

El sistema debe permitir las programaciones habituales para los sistemas de riego, y al menos, programación de horarios de comienzo, duración de tiempo de riego y zonas de riego en el caso de programadores de más de una zona.

Se instalarán e integrarán en el sistema al menos 2 sensores de humedad repartidos de la siguiente manera: al menos uno en zona de goteo y uno en zona de aspersión.

Se instalarán al menos 2 caudalímetros de 1 1/2" para montar en tuberías de diámetro 50mm de tal forma que se maximicen las funcionalidades del sistema, registrando el consumo y detectando posibles fugas de agua o fallos en los programadores.

Se probará la interacción del sistema con un detector de presencia y una luminaria integrados en *Home Assistant*, con interfaces IoT.

6. ARQUITECTURA DE LA SOLUCION

6.1. Componentes del sistema inteligente de riego

- Infraestructura de comunicaciones con conexión a Internet, vía telefonía móvil o equivalente, que permitan la teleoperación de los distintos dispositivos físicos que controlan el riego. Esta conectividad podrá hacerse por dispositivo (por ejemplo, con equipos IoT autónomos equipados con transmisión vía telefonía móvil NB-IoT o similar, debiendo suministrarse las SIMs con los contratos adecuados para la duración del contrato), o bien mediante la instalación de redes malladas, en cuyo caso se contará con un concentrador de comunicaciones 6LowPAN conectado a Internet utilizado para la red de alumbrado, desplegado por el IoTMADLab.

- Dispositivos físicos IoT que controlan el riego:
 - Controladores/programadores que accionen las electroválvulas que regulan el riego.
 - Sensores medioambientales para adecuar el riego a la situación meteorológicas (temperatura, humedad, lluvia). Además, deberá tenerse en cuenta el horario, incluyendo la hora de salida y puesta del sol, para que el riego se realice en el momento más adecuado.
 - Sensores de humedad del suelo para optimizar el uso del agua en base a datos medidos y no únicamente por una programación horaria.
 - Caudalímetros, para medir el volumen de agua empleado, y detectar pérdidas debidas por ejemplo a averías.
 - Otros posibles dispositivos IoT que se quieran integrar en el sistema para explorar nuevas funcionalidades para la ciudad.

- Plataforma de integración de la información: IoTMADLab pone a disposición la aplicación Home Assistant, pero la oferta podría ofrecer, ya a cargo de la adjudicataria, otro sistema siempre que sea compatible con lo especificado en la arquitectura definida en <https://iotmadlab.es/documentos/>, de forma que pueda integrarse a futuro en el sistema operativo de ciudad del Ayuntamiento de Madrid. A través de ella se integrarán las interacciones de todos los dispositivos físicos, tanto los que constituyen la oferta como las luminarias que el IoTMADLab desplegará en la zona. De esta forma se dispondrá de un interfaz web para el usuario gestor del sistema, que le permita parametrizar y configurar todos los elementos de riego de manera remota con seguridad y realizar una monitorización permanente con recepción de eventos. También se configurará un usuario de sólo lectura que permita al ciudadano visualizar, sobre mapa y mediante listados, la información de los elementos desplegados.

6.2. Requisitos del sistema informático que permita la teleoperación

El sistema informático (Home Assistant o compatible) debe permitir las siguientes funcionalidades mínimas, proporcionadas a partir de un interfaz web con autenticación de doble factor

- Soporte al enrolamiento seguro de cada dispositivo físico IoT, que permita incorporarlo al sistema con garantías de seguridad sin intrusismos: a la red no deben incorporarse dispositivos que no usen el procedimiento establecido, ni se permitirán conexiones con capacidad de modificación que no tengan los factores de seguridad establecidos el el CCMAD (Centro de Ciberseguridad del Ayuntamiento de Madrid), que es miembro de los equipos de ciberseguridad del IoTMADLab.

- Interfaz de configuración para cada dispositivo particular, pudiendo hacer actualizaciones de software, así como modificaciones en su configuración/ programación. En particular, para los programadores de riego el interfaz deberá permitir editar y almacenar en el sistema distintas configuraciones tipo de horarios de riego, de manera que en las reglas de funcionamiento del sistema de riego se puedan asignar estas distintas programaciones preconfiguradas (no_riego, normal, incrementar_riego_por_calor_extremo, ...) y que el dispositivo tenga un funcionamiento autónomo en caso de pérdida de conectividad.
- Monitorización de la conectividad de cada dispositivo, de forma que se generen alarmas cuando se hayan prolongado durante algunos minutos la pérdida de conectividad eficaz con el dispositivo. Además, se correlarán dichos incidentes, para determinar si se trata de un elemento aislado o si hay un grupo/zona que ha quedado incomunicado/a. Los dispositivos deberán en generar estar permanentemente online, y enviar eventos autónomamente si es posible, pero además el sistema central realizará un polling de forma que se pueda determinar una pérdida de conectividad fiable (no un falso positivo) la incomunicación se prolonga más de 30 minutos en una zona, salvo para elementos alimentados por baterías en cuyo caso la tasa de refresco cambiará a 24 horas.
- Posibilidad de crear grupos de dispositivos (por ejemplo, todos los programadores del sector de riego por aspersión), y lanzar operaciones comunes para todos los dispositivos (por ejemplo, actualizar la programación, poniendo la misma programación en todos los dispositivos del grupo).
- Interfaz de definición de reglas con lógica de programación en base a los datos de los sensores medioambientales y a la predicción meteorológica de la zona. Con este interfaz, por ejemplo, se deberían poder hacer reglas de este tipo (se incluyen a continuación tres ejemplos de reglas posibles: una para detener el riego por innecesario, otra para incrementarlo por exceso de calor y una última regla para definir alertas de consumo en base a los datos de los caudalímetros):
 - Cada [X] horas, recuperar la información de los sensores IoT, así como la predicción meteorológica, y lanzar las siguientes reglas (los valores entre corchetes serían valores configurables en el propio interfaz):
 - SI los valores de humedad del suelo son mayores que [Umbral_humedad] O la predicción de lluvia en las próximas [Nº] horas es mayor que [Umbral_prevision_lluvia] ENTONCES cambiar la programación del grupo de programadores [Grupo_programadores] a la programación [Programacion_no_riego] EN CASO CONTRARIO mantener en el grupo de programadores [Grupo_programadores] la programación [Programacion_normal]
 - SI los valores de humedad del suelo son menores que [Umbral_humedad] Y la temperatura actual es mayor que [Umbral_temperatura] Y la predicción de lluvia en las próximas [Nº] horas es menor que [Umbral_prevision_lluvia] ENTONCES cambiar la programación del grupo de programadores [Grupo_programadores] a la programación [Programacion_incrementar_riego_por_calor_extremo] EN CASO CONTRARIO mantener en el grupo de programadores [Grupo_programadores] la programación [Programacion_normal]
 - SI el valor del caudalímetro [ID_caudalímetro] en el periodo [periodo_medida] es mayor que [Umbral_caudalímetro] ENTONCES enviar_alerta_posible_fuga [e-mail, ID_caudalímetro, valor]
 - Interfaz de definición de reglas con lógica de programación para poder interactuar con nodos IoT de detección de presencia y de gestión de luminarias que permitan lanzar el siguiente tipo de reglas (los valores entre corchetes serían valores configurables en el propio interfaz):
 - SI el valor del [ID_Detector_presencia] es mayor que el [Umbral_deteccion_presencia] ENTONCES cambiar la programación del

Los componentes en campo del sistema son:

- Concentrador o Máster: recibe las órdenes del servidor vía GPRS y las envía a los repetidores vía radio. Alimentados con placas fotovoltaicas.
- Router o Repetidor: amplifica y distribuye la señal de radio enviada por el concentrador para que llegue a los distintos programadores a través del entorno urbano.
- Secundario o Unidad remota: similar a los programadores de riego, estancos y alimentados con pilas de 9V. Para 1, 2 o 4 estaciones. Son los responsables de accionar el solenoide que abrirá y cerrará la electroválvula en base a la programación establecida.

En este parque, los másteres y routers se colocaron en puntos elevados (postes de madera, árboles y estructuras presentes en el parque).

Durante los 6 años de funcionamiento de este sistema, fueron apareciendo múltiples incidencias que han obligado a ir instalando programadores autónomos abandonando así el sistema telegestionado.

A continuación, se describen las incidencias más relevantes con el sistema de telegestión por radio:

- Fallos en la comunicación entre elementos (concentradores, router y secundarios).
Estos fallos de conexión en su mayor parte se deben a interferencias o reducción de la intensidad en la señal de radio por la presencia de obstáculos que impiden que la señal de radio llegue con la intensidad suficiente. Los obstáculos habituales son las tapas de arquetas, o la presencia de elementos vegetales que produce una absorción de la señal vía radio, dificultando la estabilidad de cobertura general.
También se produjeron fallos de comunicación de unidades remotas o programadores en arqueta sumergidos en el agua (en ocasiones ocurre que las arquetas se llenan con el agua de lluvia o riego).
- Consumo rápido de las pilas de las unidades remotas en arqueta (secundarios) y en algunos routers alimentados con baterías de 9V.
- Fallos en los equipos: repetidores o routers, concentradores o receptores (secundarios).
- Vandalismo: robo de las unidades remotas en arqueta (secundarios) instalados dentro de las arquetas.
- Excesivo coste de sustitución de los equipos routers y secundarios.

II INSTALACION, PRUEBAS Y MANTENIMIENTO

7. INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

Los equipos tendrán que suministrarse en los plazos que se determinen en el contrato negociado licitación, que deben ser compatibles con el programa europeo GovTech4All: Orientativamente antes del 15 de abril de 2025. Con anterioridad a esta fecha podrá colaborar con el IoTMADLab en la configuración de los dispositivos en ese laboratorio, a fin de conseguir los informes de compatibilidad previstos en IoTMADLab.es.

La instalación de estos equipos será por cuenta del Ayuntamiento de Madrid, que proveerá de los medios materiales y humanos necesarios a través del vigente contrato de mantenimiento de zonas verdes. La participación de la empresa ganadora de este concurso se limitará a dar la formación necesaria, generar la documentación con las indicaciones de instalación, mantenimiento y sustitución, y realizar la supervisión del despliegue. Y hay que valorar la oferta en este aspecto, en que procure que dicha instalación no suponga excesivos o no razonables requerimientos y sea compatible con los plazos requeridos: Se trabajará para que la instalación esté concluida durante

el mes de abril de 2025 como fecha orientativa.

La comprobación, programación, y puesta en marcha en la plataforma de los equipos que suministra, así como la configuración de las interacciones entre tipos de dispositivos, la definición de agrupaciones, la configuración de la monitorización y la programación de alarmas será por cuenta de la empresa ganadora del concurso, que contará con la colaboración del IoTMADLab en los dispositivos desplegados por éste (luminarias, gateways y sensores de presencia). Las pruebas individuales podrán comenzarse en el IoTMADLab en cuanto se disponga de dispositivos, pero las pruebas de aceptación de los elementos desplegados en el parque ya integrados en la plataforma de gestión deberán terminarse antes de finalice mayo de 2025.

El mantenimiento físico de estos equipos se realizará por cuenta del Ayuntamiento de Madrid, en base a las indicaciones documentadas y el asesoramiento del adjudicatario. Se deberá hacer entrega de un manual de uso de estos equipos, y se dispondrá de una canal para obtener soporte de segundo nivel en horario laboral (de lunes a viernes de 9 a 17) para resolución de incidencias. Para agilizar la operativa el ganador del concurso hará entrega al Ayuntamiento de Madrid de una cantidad de un 5% del total de equipos instalados, con un mínimo de uno por tipo, en concepto de material de reposición y reserva. De esta forma se podrán sustituir los elementos que presenten incidencias mientras se reconfiguran o reparan. La gestión de las garantías de los equipos averiados correrá por parte de la adjudicataria, que deberá recogerlos en las instalaciones municipales.

8. PRUEBAS

Las fechas en las que se llevarán a cabo las pruebas de funcionamiento y las pruebas del piloto propiamente dichas se recogerán en el contrato, si bien, de forma orientativa serán antes de junio de 2025.