ÍNDICE

ANEJO 17.- TELECONTROL

1 INTRODUCCIÓN 1
2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA 1
2.1 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS 1
2.2 ESTRUCTURA BÁSICA DEL SISTEMA 1
2.3 TOPOLOGÍA DE LA RED DE COMUNICACIONES 2
2.4 ELEMENTOS A CONTROLAR POR CADA PARCELA 2
2.5 ELEMENTOS A CONTROLAR POR CADA MÓDULO RADIO 2
3 COMUNICACIONES 2
4 ALIMENTACIÓN 3
5 INSTALACIÓN 3
5.1 INSTALACIÓN UNIDAD CONTROL REMOTO UCR 3
5.2 INSTALACIÓN CONCENTRADORA EAR 5
6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS 5
6.1 UNIDAD CONTROL REMOTA (UCR) 5
6.2 CONFIGURACIÓN ENLACE RADIO (EAR) PARA CONEXIÓN A MÓDULOS RADIO (MAR) 6
6.3 PANEL SOLAR Y PILAS 7
6.4 PROGRAMA DE PC 9
6.5 INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN Y PROGRAMACIÓN PROGRAMA PC 10
6.6 PROGRAMACIÓN 10
7 FORMACIÓN TÉCNICOS COMUNIDAD DE REGANTES 11
8 COBERTURA RADIOELÉCTRICA 11

APÉNDICE 1: ESTUDIO DE COBERTURAS

APÉNDICE 2: SONDAS DE HUMEDAD

ANEJO 17.- TELECONTROL

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento forma parte del "Proyecto de Modernización integral de la zona regable del canal de la margen derecha del Najerilla en el T.M. de Cenicero (La Rioja)". Las actuaciones planteadas consisten en la definición de las características del Telecontrol previsto para el control y seguimiento de las redes de riego proyectadas.

El sistema de telecontrol contará con los siguientes elementos:

- Obra de toma
- Balsa elevada
- 2 redes de riego. Abastecidas por gravedad desde la Balsa de Pie de Canal y la Tubería de impusión que abastece la balsa elevada y la red de riego forzada.
- 1 Centro de Control, situado en la estación de bombeo.

Se deberá gestionar la apertura y cierre de la electroválvula general del hidrante, la lectura del contador principal, el control de intrusismo en las arquetas y el control de las diferentes tomas a cada parcela (lectura de contrador y apertura y cierre de válvula individual).

El Telecontrol también tendrá que gestionar la supervisión de los datos del nivel de la balsa elevada, así como el control de apertura y cierre de las válvulas de la toma de fondo de la balsa y lectura del caudalímetro a la salida de la balsa elevada. Así como la lectura del estado de la obra de captación.

Los aspectos relativos a la automatización de toda la instalación, especialmente la relativa al bombeo se desarrollan en el anejo 14: Instalaciones eléctricas en baja tensión y automatización. Dentro de la automatización se incluirá la lectura y control de los elementos de la balsa de pie de canal, conectados a través de cableado y no del sistema de telecontrol como tal.

2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

2.1 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Las principales características del telecontrol son:

- Comunicaciones por sistema vía Radio o GPRS.
- Remotas alimentadas por batería, con opción a alimentación por batería y placa solar fijada en mástil de al menos 4 metros de altura.
- Concentradoras alimentadas por batería y placa solar fijada en mástil de al menos 4 metros de altura.
- Todos los equipos de campo serán IP66 o aislamiento superior.
- Centro de control ubicado en la estación de bombeo.
- Comunicación bidireccional entre balsas, estación de bombeo y redes de riego para el control de averías o anomalías en el funcionamiento.

Comunicaciones centralizadas en el centro de control. Desde este se visualizará el estado de las principales infraestructuras. Además, deberá recopilarse y almacenarse toda la información procedente de la automatización de las balsas, pudiéndose visualizar en tiempo real todos los parámetros de los equipos e infraestructuras que dependen de ellas.

Desde el Centro de Control deberá poder analizarse el funcionamiento actual y pasado de las instalaciones, en las diferentes variables, de forma unificada o combinada.

Del mismo modo, el programa de gestión ofrecerá una total gestión de la red de riego, con consultas del estado de todos los hidrantes mediante sinópticos con visualización y tratamiento de GIS y catastral, planificación riegos, gráficos, avisos a móviles de alarmas del sistema y exportar de la base de datos los consumos de cada agricultor para su facturación, generación de facturas y ficheros bancarios.

Para ello se instalará todo el equipamiento completo para la adecuada gestión (PC, impresora, software y licencias, servidor, SAI, etc).

La visualización del SCADA estará adaptado a la obra ejecutada, siendo realista, tanto en el número y tipo de equipos, distribución, colectores, etc.

2.2 ESTRUCTURA BÁSICA DEL SISTEMA

Para la gestión de los elementos integrantes de la red de riego (205 hidrantes, la balsa elevada, la balsa de pie de canal, la estación de bombeo y la obra de toma), se utilizarán los siguientes equipos:

Para comunicar con todos los módulos radio que se describen

- 4 Ud. Enlaces (Concentradoras)

Los Enlaces Radio ubicados en la red de riego, se alimentarán con panel solar de 5W, baterías de 120 A/h y regulador.

- Para el conjunto del control de hidrantes:
  - 52Ud.(3 Ud. Función repetidora) módulos Radio con 4 salidas digitales, 4 entradas digitales y 2 entradas analógicas, para hidrantes.
  - 137 Ud. módulos Radio con 10 salidas digitales, 10 entradas digitales y 2 entradas analógicas, para hidrantes con configuración como repetidor.
  - 16 Ud. módulos Radio con 16 salidas digitales, 16 entradas digitales y 2 entradas analógicas, para hidrantes con configuración como repetidor.
- Para el control de la balsa elevada se precisa:

- o 1 Ud. Concentradora.
- Para de la obra de toma, se conectará vía cable:
  - o 1 Ud. Concentradoras.
- Para el control de la Estación de bombeo, este actuará como centro de control. Y la balsa de pie de canal se conectará a esta infraesctructura

2.3 TOPOLOGÍA DE LA RED DE COMUNICACIONES

Usando radiofrecuencia libre 433 MHz 10 mW se traspasará toda la información de los 205 Módulos Radio (MAR) a 4 Enlaces Radio (EARs) que concentran la información y la reenvían mediante vía GPRS o radiofrecuencia libre 433 MHz 10 mW al programa de gestión ubicado en el Centro de Control de la Comunidad de Regantes, la estación de bombeo.

Se ubicarán los Enlaces Radio (EAR) estratégicamente como resultado del estudio radioeléctrico sobre el terreno según condicionantes del tipo:

- Distancia de alcance de las emisoras 4,33 MHz
- Orografía para visibilidad de las antenas.
- Capacidad máxima de la EAR cada EAR 433 MHz agrupa 60 módulos MAR

Además, debido a las distancias y la orografía se habilitarán el número necesario de módulos MAR como repetidores para garantizar la total cobertura de la red a determinar la prueba de cobertura.

Los Enlaces Radio (EAR) se comunicarán con el centro de control de la comunidad de regantes vía GPRS o radiofrecuencia libre 433 MHz 10 mW.

En la estación de bombeo se ubicará un servidor con el programa de gestión que de una forma muy dinámica y personalizada ofrecerá una total gestión de la red de riego, con consultas del estado de todos los hidrantes mediante sinópticos con visualización y tratamiento de GIS, gestión catastral del parcelario, planificación riegos, gráficos, avisos a móviles de alarmas del sistema y exportar de la base de datos los consumos de cada agricultor para su facturación, generación de facturas y archivos de facturación bancarios.

2.4 ELEMENTOS A CONTROLAR POR CADA PARCELA

Desde el Centro de Control para cada hidrante se podrá visualizar y actuar sobre:

- Electroválvulas, sobre las cuales actuará para su apertura y cierre controlando el paso del agua y gestionando su estado de la manera más eficiente, realizando la apertura y cierre de las válvulas por demanda manual o programa de riego, pudiendo también, si se quisiera, hacerlo por condicionantes con la instalación de sensores.
- Contadores, para la lectura de los volúmenes de agua consumidos por hidrante y así poder facturar a cada parcela la cantidad total consumida. Las entradas digitales tienen una frecuencia de contaje inferior a 2 pulsos por segundo y con totalizador para acumulados integrado en la misma placa electrónica de hasta 65.535 pulsos. Se dispondrán lecturas de contadores o a uno general por remota o a multiples contadores en caso de disponer de varias tomas.
- Entradas digitales, para alarmas de intrusión, presostatos de mínima o máxima y otros sensores de todo/nada.
- Sensores analógicos, lectura de transductores de presión, sondas con transmisor de humedad del suelo, radiación, temperatura, etc. con salida de señal de 4-20 mA que se pudieran tener instalados Esto posibilita el tener una lectura en todo momento de los parámetros ambientales y del suelo que más puedan afectar al cultivo.

2.5 ELEMENTOS A CONTROLAR POR CADA MÓDULO RADIO

Tanto desde el Centro de Control como desde el propio Módulo Radio se podrá visualizar:

- El nivel de carga de la batería: se pueden gestionar avisos en el Centro de control si los niveles de carga de baterías son inferiores a 3,6 V, indicando su sustitución o verificación por nivel bajo.
- El nivel de cobertura radioeléctrica, señal RSSI, cuyo rango es de -35 dbm hasta 110 dbm: se pueden gestionar avisos de fallos de comunicación si los niveles de RSSI son inferiores a valores de 40 dbm.
- Alarma de intrusismo por activación de entrada digital en la UCR habilitada al efecto.

3 COMUNICACIONES

El sistema de comunicación de los equipos remotos con el Centro de Control ubicado en la estación de bombeo se realizará mediante el envío y recepción de señales vía GPRS o radiofrecuencia libre 433 MHz 10 mW. En los equipos remotos el módulo propuesto lleva integrada la comunicación vía GPRS o radiofrecuencia libre 433 MHz 10 mW.

Las comunicaciones entre en Centro de Control y el resto de las unidades de control remoto se realizará de dos formas diferenciadas:

- Comunicación entre Centro de Control y las unidades maestras (Concentradoras), se realizarán mediante comunicación vía GPRS o radiofrecuencia libre 433 MHz 10 mW.
- Las Unidades Maestras (Concentradoras) comunica periódicamente vía radiofrecuencia con el resto de los Módulos Radio utilizando un "polling" de comunicación para un máximo de 1 minuto. Es decir, cada Concentradora comunica cada segundo con uno de los 60 posibles Módulos de radio que soporta la aplicación.

Los módulos podrán trabajar también como repetidores y enlazar con unidades que no tienen visibilidad desde su Concentradora y, así, adaptarse con mayor facilidad a las dificultades orográficas del medio rural.

4 ALIMENTACIÓN

La alimentación de cada uno de los equipos estará en función de la disponibilidad de energía, pudiendo ser con pilas de litio, a través de panel solar o con transformadores 220/12 Vdc.

De esta forma, los módulos Radio se alimentarán con pila de litio de 3,6 Vcc de alta descarga, pudiendo alimentarse a su vez mediante pack de 3 baterías de Ni-Mh y placa solar 5W.

Las concentradoras ubicadas en la red de riego y la balsa se alimentarán mediante placas solares, en este caso de 75W con baterías de gel sílice de 120 A/h y regulador.

5 INSTALACIÓN

La instalación de los equipos precisará de personal cualificado para tener garantía de una correcta instalación y verificación. Tan importante como las propias prestaciones de los equipos es su correcto montaje para asegurar un buen funcionamiento del sistema.

Es necesario aplicar los protocolos de instalación y puesta en marcha para asegurar su correcta instalación.

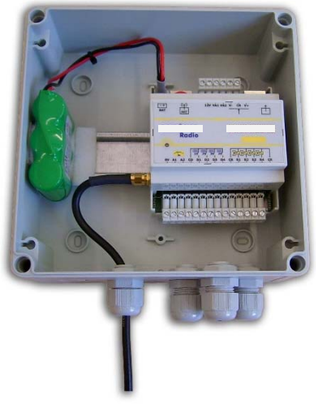
5.1 INSTALACIÓN UNIDAD CONTROL REMOTO UCR

Todos los Módulos Radio (MAR) cumplirán con todas las normativas exigibles y el diseño de los equipos facilitara su instalación y ampliación.

Ofrecerán facilidades como son: montar las placas electrónicas en cajas para carril DIN, ampliar sin necesidad de desmontar el equipo, utilizar bornes extraíbles para una mejor conexión y disponer de los prensaestopas necesarios según el modelo de módulo.

Condiciones ambientales para su instalación:

Temperatura	-10 °C A 70 °C
Humedad	< 85%
Altitud	2000 m
Polución	Grado II



Peso y dimensiones (aproximadas, no de obligado cumplimiento):

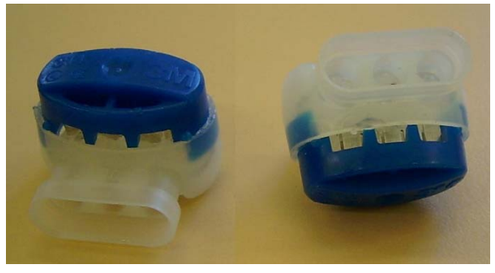
Peso (aproximado)	1,0 kg. (batería incluida)	
	Caja estándar	Caja con ampliación
Alto	180 mm	180 mm
Ancho	182 mm	254 mm
Profundo	90 mm	90 mm

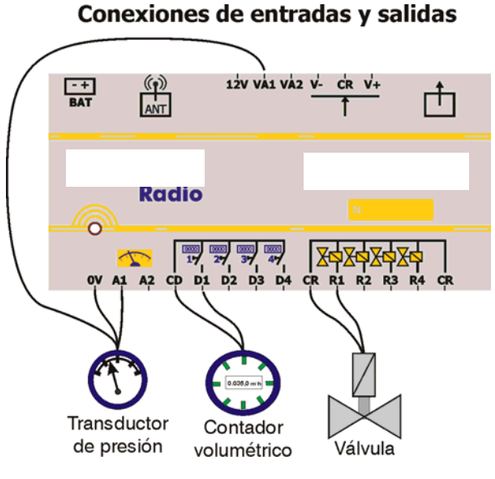
Instalación en caseta

Las cajas se deberán anclar en la arqueta del hidrante con tacos reforzados de sujeción y con los cableados alojados dentro de canaletas o tubos corrugados para su protección. (Ver fotos)

Cableado de señales

Se deberán conectar las diferentes salidas y entradas digitales y entradas analógicas a los elementos sobre los que actúan, asegurando la estanqueidad de los empalmes utilizando conectores tipo 3M. Una vez hechas las conexiones para mantener la estanqueidad de las cajas, que son de protección IP 66, será necesario dejar la tapa siempre cerrada y los prensaestopas por los que salen cables bien ajustados, dejando los prensaestopas que no se utilizan siempre con el tapón original.





- Consumo volumétrico:
  Se conectarán los dos hilos del emisor de pulsos de cada contador del Hidrómetro en las entradas digitales habilitadas a tal efecto del Módulo Radio (MAR), conexionando un hilo en la borna CD y el otro hilo al Dx.
- Estado de la válvula Apertura/Cierre:
  Se conectarán los dos hilos o tres hilos de cada solenoide instalado en las salidas digitales habilitadas a tal efecto del MAR, conexionando un hilo en la borna CR y el otro hilo al Rx.
- Alarma intrusión:
  Se conectarán los dos hilos del imán en contacto NC a una entrada digital libre del MAR, conexionando un hilo en la borna CD y el otro hilo al D NºX.
- Entrada analógica:
  Se alimentará el sensor con una conexión a la borna VA1 y la masa a la borna 0V, mientras la lectura de señal se conectará a la borna entrada A1. En el momento de lectura, el MAR dará alimentación sobre el sensor.

Instalación de antenas

Para el sistema radio de 433 MHz utilizaremos antenas según alcances y radios de cobertura:

Para el sistema radio 433 MHz utilizaremos antenas Yagi de 1 elemento y 4,3 dBi de ganancia para los módulos no repetidores y para los módulos repetidores utilizaremos la misma antena en una disposición diferente. En el primer caso las antenas funcionaran como antenas directivas y en el segundo como omnidireccionales. (Ver esquemas).

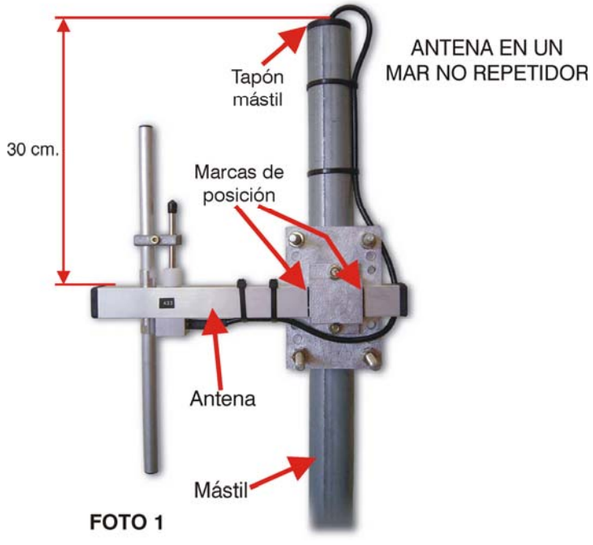


FOTO 1

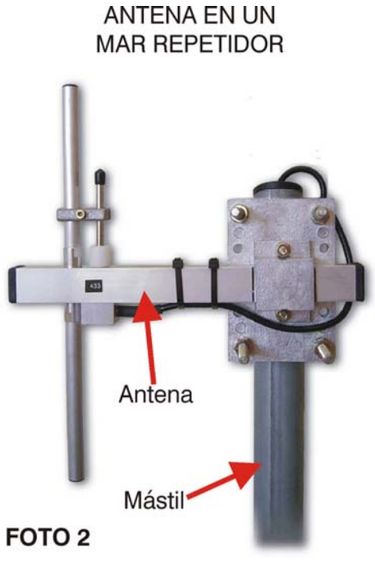
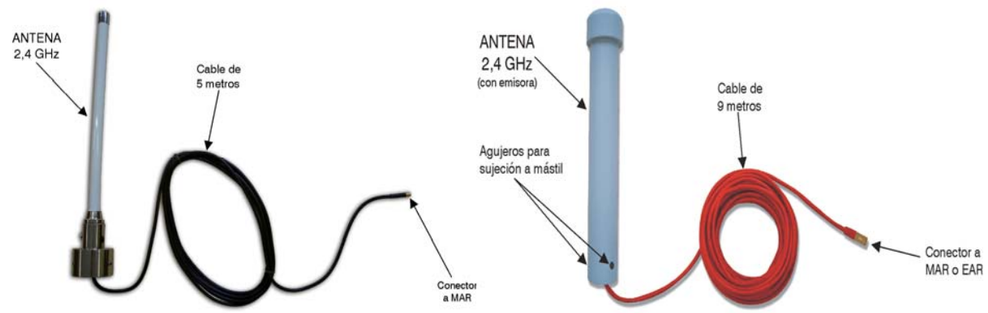


FOTO 2

ANTENAS MÓDULOS REPETIDORES



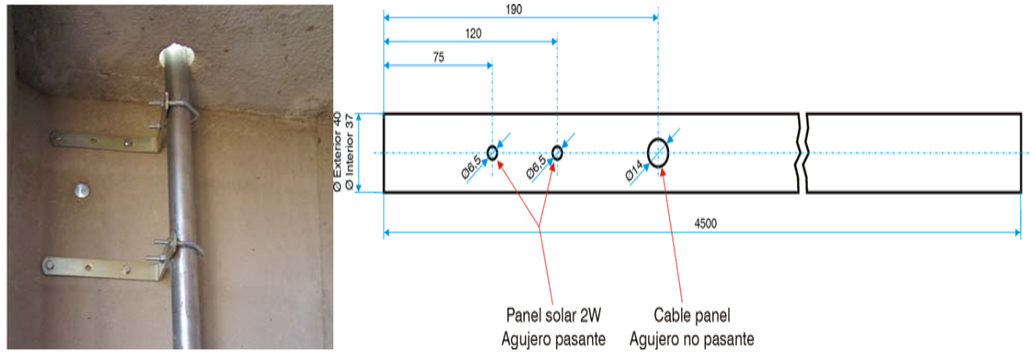
Ambas antenas irán alojadas sobre mástil de hierro galvanizado mediante un soporte metálico o a un acoplador. Se colocarán en el mástil y mediante cable de 5/6 m de longitud alojado en el interior del mástil, se roscará a un conector del módulo.

Las antenas se deberán orientar o con plantillas o con brújulas sobre el plano donde se ubican los Enlaces Radio. En primer lugar, se conectarán las antenas de los Enlaces Radio para después orientar las antenas de los módulos receptores para asegurar comunicaciones.

Instalación del Mástil

El mástil para los Módulos Radio será de 4,5 metros de longitud y 40 mm de diámetro mecanizado para la sujeción del soporte del panel solar y del cable de alimentación.

Para su instalación se fijará a la arqueta con grapas y ángulos de fijación. Se podrá instalar por la parte interior de la arqueta, haciendo un agujero tipo "corona" en la parte superior de la tapa o bien en la pared exterior de la arqueta y pasar cable antena y alimentación del panel solar.



5.2 INSTALACIÓN CONCENTRADORA EAR

El Enlace Radio (EAR) se encargará de la activación de electroválvulas y la lectura de contadores y sensores, a distancia vía radio 433 MHz, de igual manera se encarga de gestionar la información que va del controlador de riego a los Módulos Radio (MAR) y a la inversa.

Podrá conectarse 60 MAR a un EAR, según sistema, de cualquiera de los tipos de MAR disponibles con una comunicación cada minuto y puede llegar a distancias de 5Km (según condiciones).

Se alimentará a 12 Vca mediante placas solares, que dependerá del consumo del conjunto EAR con radiomódem 0,5W-4W, se necesitará un panel solar de 75 W con baterías de gel sílice de 120 A/h y regulador, para el caso del EAR configurado como repetidor se necesitará un panel solar de 230 W con baterías de gel sílice de 385 A/h y regulador.

El equipo deberá instalarse en un lugar donde esté protegido de la luz solar y de la lluvia. El equipo se alojará en una caja hermética con tapa frontal opaca. Para mantener la estanqueidad será necesario dejar la tapa siempre cerrada y los prensaestopas por los que salen cables bien ajustados. Los prensaestopas que no se utilizan se dejarán siempre con el tapón original.

La sujeción mural se hará por las cuatro piezas agujereadas de las cuatro esquinas de la caja.

Será necesario incluir en la instalación un interruptor magnetotérmico de 6 amperios que, marcado como dispositivo de desconexión, esté próximo al equipo y accesible por el usuario.

Condiciones ambientales para su instalación:

Ambiente	
Temperatura	-10 °C a 70 °C
Humedad	< 85%
Altitud	2000 m
Polución	Grado II

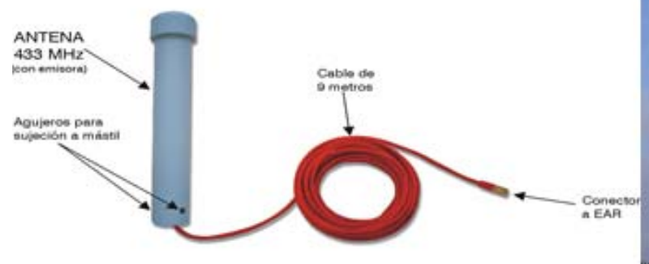
Peso y dimensiones (aproximadas):

Peso y dimensiones (aproximado)	
Peso	1,0 Kg.
Alto	180 mm.
Ancho	254 mm.
Profundo	90 mm.

Instalación de la antena

Junto con el equipo se entregará una antena que se instalará en un mástil para llegar a la altura mínima recomendada de 8 metros y con visibilidad directa con las antenas de los módulos radio con los que tenga que conectar.

La conexión de la antena al equipo deberá realizarse en último lugar, cuando la antena haya sido instalada en su correcta situación, y siempre con el equipo sin alimentación. La longitud del cable de la antena será de 9 metros, permitiendo elevarla más en caso necesario. Se utilizará un conector RJ-45 en un extremo para conectar a la EAR.



6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

6.1 UNIDAD CONTROL REMOTA (UCR)

Los módulos externos vía radio que se proponen en este proyecto y que gestiona el sistema son los Módulos Radio 433 MHZ

Tipo: MAR 4-42 / MAR 10-102 / MAR 16-162

Salidas digitales tipo Latch	**Entradas**	**Digitales /Analógicas**
Número: 4 / 10 / 16	Número	4 / 10 / 16
12 Vcc ó 16 Vcc configurable	Tipo	contacto libre de potencial
Tiempo de disparo: 80 ms	Número	2 (10 bits)
Carga de condensador: 3300 µF	Tipo	analógicas 4 – 20 mA

La comunicación será vía radio, la fuente de energía para alimentar a los módulos deberá de ser autónoma y su estado conocido en todo momento en la central. Como fuente de alimentación se proponen dos alternativas:

- La utilización de panel solar, ofrecerá un menor coste de mantenimiento pues las baterías tendrán una vida útil de al menos 10 años.

- La utilización de pilas de litio, ofrecerá un menor coste de implantación para las unidades remotas, tendrán una vida útil de al menos 3 años.

Las prestaciones principales de los módulos son:

Disponer de microcontrolador de 16 bits de bajo consumo con Watchdog y reloj calendario en tiempo real, memoria Flash, Ram y EEprom con registro de acumulados. Permitir en todo momento, la lectura y control de los elementos conectados al sistema, que pueden ser principalmente:

a) Solenoides tipo latch de 2 ó 3 hilos, sobre los cuales se actuará para su apertura y cierre controlando el paso del agua en la válvula y gestionando este bien de la manera más eficiente.
b) Contadores, para la lectura de los volúmenes de agua consumidos por hidrante y así poder facturar a cada parcela la cantidad total consumida. Cuando se trabaje con bombeo se puede discriminar por horario en función del coste de la electricidad dependiendo de las horas punta y demás. Las entradas digitales tienen una frecuencia configurable de hasta 5 pulsos por segundo y con totalizador para acumulados integrado en la misma placa electrónica.
c) Entradas digitales, para alarmas, presostatos de máxima o mínima y otros sensores de este tipo.
d) Sensores analógicos, para todo tipo de sensores 4-20 mA y tensiones de 0-2,5 V, pudiendo ser de humedad del suelo, radiación, temperatura, etc. Esto posibilita el tener una lectura en todo momento de los parámetros ambientales que más puedan afectar al cultivo.

Los Módulos Radio 433 MHz tendrán capacidad para ejecutar programas de forma directa y con autonomía respecto del centro de control en caso de pérdida de la comunicación. De esta forma, podrán trabajar de forma independiente y darán una mayor seguridad de funcionamiento a la comunidad.

Los módulos podrán ser también repetidores y enlazar con unidades que no tienen visibilidad desde el EAR, y así adaptarse con mayor facilidad a las dificultades orográficas del medio rural. Un solo Enlace Radio podrá conectarse a distintos módulos, aunque fueran de distintas salidas, lo que permitirá llegar a distancias con un radio de acción de hasta 2,5 Km. Los módulos que se utilicen como repetidores de nivel 1 debido a su bajo consumo se podrán alimentar incluso con pilas de litio asegurando una autonomía de al menos 1 campaña de riego.

Cualidades de los equipos:

Fiabilidad. Al ser un sistema de comunicación vía radio, permitirá evitar los problemas que comúnmente puede generar el cable en algunas instalaciones. Resolverá de forma clara la seguridad en las instalaciones al tener un control constante y libre.

Seguridad en los datos transmitidos. El envío de los datos siempre se realizará de forma codificada y con un código de seguridad que evita actuaciones involuntarias. Por lo tanto, aunque hubiera interferencias, el módulo sólo actuaría cuando recibiera la información completa del controlador.

Robustez. El módulo ira alojado en una caja IP67 y con protección contra cortocircuitos integrada en el módulo.

Adaptabilidad a las necesidades del usuario. Debido a los diferentes modelos disponibles, se podrá encontrar siempre la unidad más conveniente según los requerimientos del usuario, el medio en el que se encuentra y las necesidades energéticas que se tengan. Además, deberán ser integrables con otros sistemas.

Escalabilidad. Los módulos MAR 4-42 deberán ser ampliables incorporando los elementos AMAR 10, que añaden 4 entradas y salidas al mismo, y AMAR 16, que añaden 12 salidas y entradas. Una sola caja de enlace podrá controlar de 60 a 120 módulos vía radio en función de la configuración según frecuencia utilizadas 433 MHz ó 2,4 GHz, aunque sean de distintas salidas, lo que permitirá llegar a distancias con un diámetro de acción de 10 Km.

Independencia. Se podrá hacer redes de módulos vía radio que cubran las extensiones que convengan, pudiendo trabajar de forma independiente, si es la voluntad del usuario, de una forma descentralizada mediante un enlace a la página web con el password de acceso adecuado a cada usuario.

Programación. Los Módulos Radio 433 MHz y 2,4 GHz tendrán capacidad para ejecutar hasta 20 programas de forma directa y con autonomía respecto del centro de control en caso de pérdida de la comunicación. De esta forma, podrán trabajar de forma independiente y darán una mayor seguridad de funcionamiento a la comunidad.

6.2 CONFIGURACIÓN ENLACE RADIO (EAR) PARA CONEXIÓN A MÓDULOS RADIO (MAR)

La configuración del EAR se realizará desde cualquier equipo que tenga comunicación mediante el protocolo ModBus Cliente. Por ejemplo, se podrá hacer desde un PC que disponga de un programa de comunicación ModBus.

Los parámetros de configuración se guardarán en los registros de salida ("holding registers"). Los parámetros serán los siguientes:

- Velocidad de transmisión del ModBus: Esta velocidad deberá coincidir con la configurada para el ModBus del Enlace.
- Paridad usada en el ModBus: Esta paridad deberá coincidir con la del ModBus del Enlace.
- Canal: El canal radio usado para la comunicación deberá coincidir con el configurado en los MAR.
- Código de red: Número identificativo que se enviara a los MAR para evitar interpretar datos de otros enlaces cercanos. En los MAR se debe configurar el mismo código de red.
- Intentos MAR: Número de veces que deberá fallar la comunicación con un MAR antes de marcar anomalía.

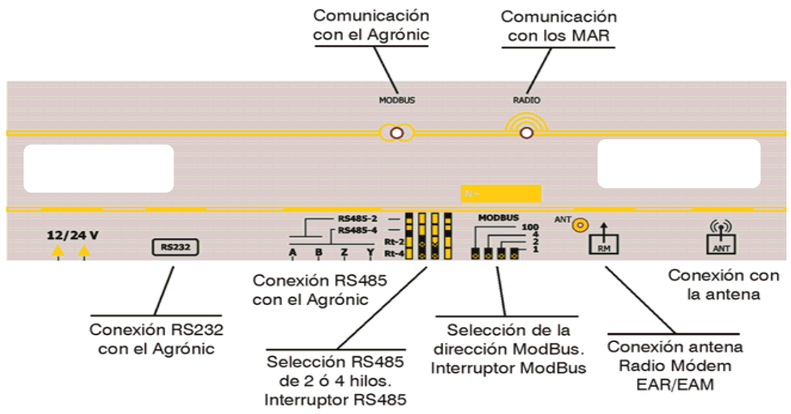
- Suspender Enlace Radio: Para ahorrar pila en los periodos en que no se vaya a regar se podrán suspenderse los MARs. En este estado el consumo bajará y se alargará la duración de las baterías. En modo suspendido los MARs no podrán activar salidas ni contar pulsos de contadores.

Otro parámetro de configuración del ModBus será la dirección del EAR. La dirección configurada debe coincidir con la programada en él Enlace.

Un ejemplo de las posibles direcciones pueden ser:

Interruptor *MODBUS*				Dirección
1	2	3	4	
off	off	off	off	No Válido
off	off	off	on	1
off	off	on	off	2
off	off	on	on	3
off	on	off	off	4
off	on	off	on	5
off	on	on	off	6
off	on	on	on	7

Interruptor *MODBUS*				Dirección
1	2	3	4	
on	off	off	off	100
on	off	off	on	101
on	off	on	off	102
on	off	on	on	103
on	on	off	off	104
on	on	off	on	105
on	on	on	off	106
on	on	on	on	107

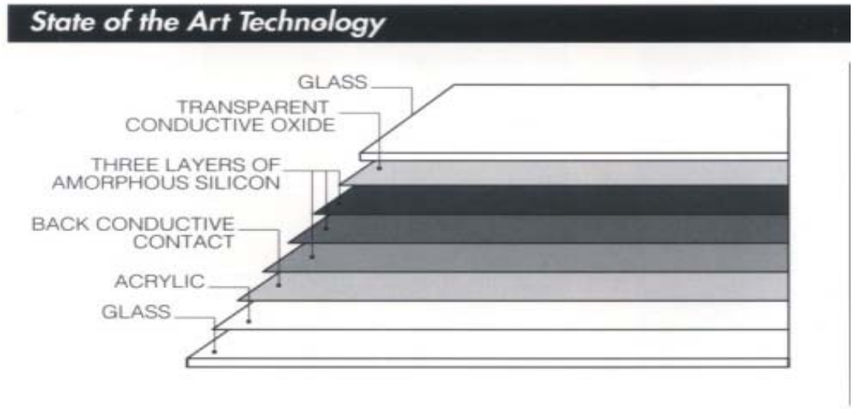


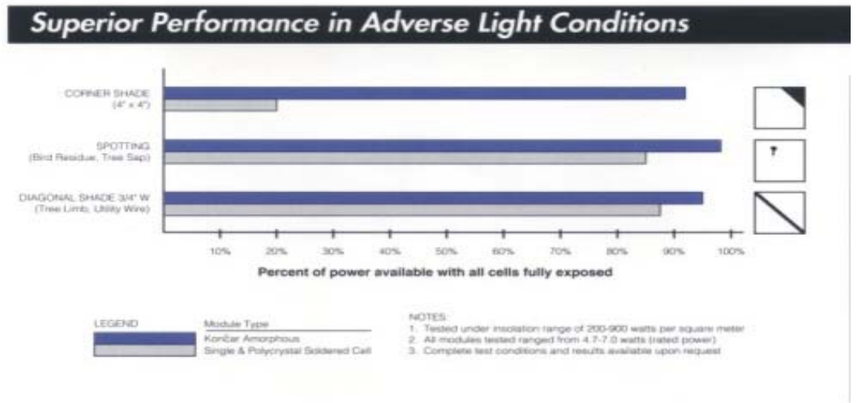
<u>Configuración Módulos Radio (MAR)</u>

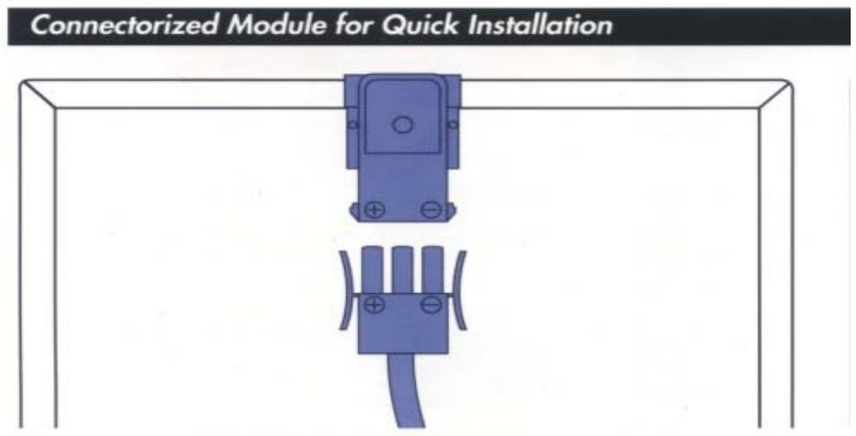
La configuración del MAR se realizará con el suministro de los equipos, pero mediante el Lector Módulos se podrá configurar de nuevo los parámetros de su funcionamiento.

6.3 PANEL SOLAR Y PILAS

Los Módulos Radio (MAR) propuestos para este proyecto se alimentarán mediante pilas de litio de 3,6 VCC con un pack de 3 baterías de Ni-Mh, que se alimentarán mediante panel solar de 5W.







Technical data

DEFINITIONS

- SOLAR CELLS plate shall be defined as a SOLAR CELLS photovoltalc device on a glass substrate protected with a roler coated film medium (SP Series).
- SOLAR CELLS module shall be defined as a SOLAR CELLS photovoltaic device on a glass substrate protected with a glass to glass, edge seal and frame encapsulating system (SM Series).
- SOLAR CELLS modules SM series framed with aluminium frame over the polymer (SM Al Series).
- The short circuit current, Isc is defined as the current when there is no voltage across the load at STC.
- The open circuit voltage, Voc is defined as the voltage when no current is being drawn at STC.
- The specified voltage, Vspec is the voltage at which the circuit is designed to draw current from the PV device.
- The peak wattage is defined as the product of current and voltage at the peak power point; that is, Wpeak = Ipeak x Vpeak at STC.
- The Standard Test Conditions (STC) shall be defined as Insolation = 1000 W/m^2. Module Temperature = 25°C Air Mass = 1,5.
- The NOMT (Nominal Operating Module Temperature) is 45°C under test conditions with an ambient temperature of 25°C The relative temperature coefficient for a typical device are voltage (Voc): - 0,33%/°C; Curent (ISC): + 0,09%/°C; Power: - 0,23%/°C.

QUALITY CONTROL

- Thermal cycling and shock test
- Thermal / Freezing and high humidity cycling test
- Electrical insulation test
- Hail impact test
- Mechanical, wind and twist loading test
- Salt mist test
- Light and water-exposure test
- Field exposure test
- Environmertally friendly packing materials

Amorphous
Thin - Film Tehnology
Stabilized/artificially aged
Low Cost, Many Standard Sizes, Modular
Effective in sun obstructed positions/shades/clouds
5-year warranty

SOLAR CELL® FLEXIBLE SL

can be made in sizes to suit requirements

MODEL	SIZE EU (mm)	Vspec (V)	I at Vspec (mA)	Wpeak MAX (W)	Wpeak STABILE (W)	Voc Typical (V)	Isc Typical (mA)
SP 112	305x305	14,5	276	5	4	22,5	330
SP 106	153x305	14,5	138	2,5	2	22,5	165
SP 061	153x305	7,5	240	2,5	2	11	330
SP 0606	153x153	7,5	133	1,2	1	11	165
Glass thickness 2 mm or 3 mm							

SOLAR CELL® MODULES SM

MODEL	SIZE EU (mm)	Vspec (V)	I at Vspec (mA)	Wpek MAX (W)	Wpeak STABILE (W)	Voc Typical (V)	Isc Typical (mA)
SM 136	308x920x8	14,5	828	14	12	22,5	990
SM 118	308x463x8	14,5	414	7	6	22,5	495
SM 112	308x310x8	14,5	276	5	4	22,5	330
SM 106	308x157x8	14,5	138	2,5	2	22,5	165
SM 061	157x308x8	7,5	266	2,5	2	11	330

SOLAR CELL® MODULES SM Al

easy mounting on support structures

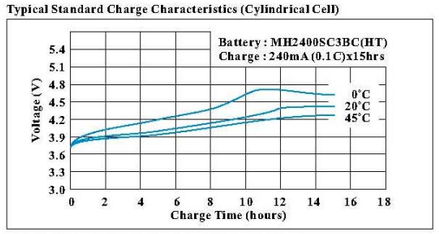
MODEL	SIZE EU (mm)	Vspec (V)	I at Vspec (mA)	Wpek MAX (W)	Wpeak STABILE (W)	Voc Typical (V)	Isc Typical (mA)
SM Al 136	312x923x25	14,5	828	14	12	22,5	990
SM Al 118	312x465x25	14,5	414	7	6	22,5	495
SM Al 112	312x312x25	14,5	276	5	4	22,5	330
SM Al 106	312x160x25	14,5	138	2,5	2	22,5	165

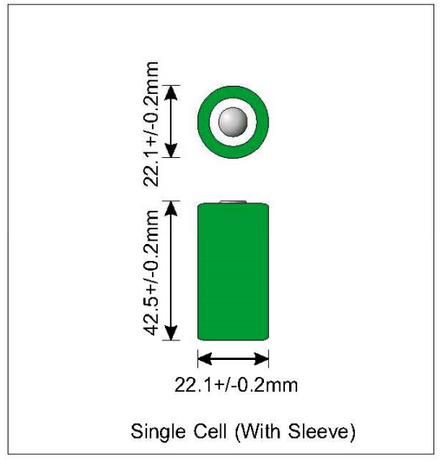
NIMH RECHARGEABLE CYLINDRICAL BATTERY

SPECIFICATIONS

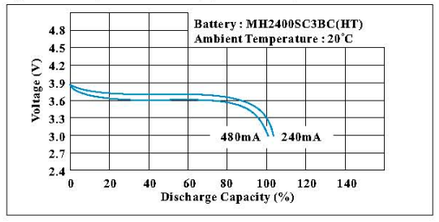
Model	:	[illegible]
Description	:	NiMH rechargeable battery, 'SC' size, flat cap, high temperature
Nominal Capacity	:	2400 mAh at 480mA rate discharge
Nominal Voltage	:	3.6 Volt
Cut-Off Voltage	:	3.0 Volt
End of Charge Voltage	:	<= 4.8 Volt
End of Discharge Voltage	:	>= 2.7 Volt
Weight	:	165 gram
Internal Impedance	:	<=15mOhm per unit cell (1KHz AC test upon full charge)
Life Duration	:	>= 50 cycles (Comply to IEC 61951-2 2nd Ed. 2003-04)
Charge	:	Trickle - 120-240 mA Standard - 240 mA x 14-16 hours
Recharge	:	Every 3-6 months recommended
Temperature Environment	:	Standard and Trickle charge - 0 degC to 70 degC Discharge - -20 degC to 70 degC Storage - -20 degC to 30 degC
Permanent Charge	:	Comply to IEC 61951-2 2nd Ed. 2003-04 Section 7.4.2.3
Charge Retention	:	>60% for 28 days storage after standard charge
Leakage	:	No leakage, No explosion under standard operating condition
Vibration	:	Battery remain normal after vibration at Amp: 4mm; Freq.: 1000/min for 60 min.
Shock	:	Battery remain normal after dropping from 450mm to an Oak board for 3 times

Typical Standard Charge Characteristics (Cylindrical Cell)

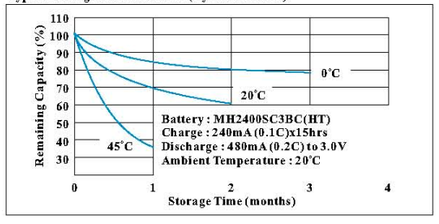




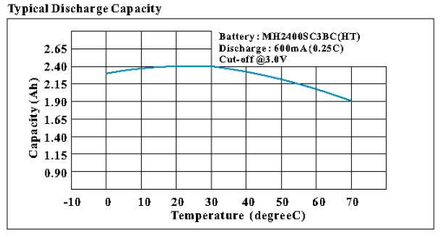
Typical Discharge Characteristics (Cylindrical Cell)



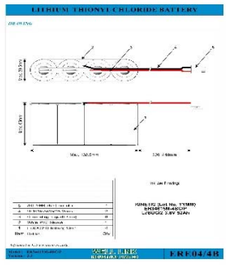
Typical Storage Characteristics (Cylindrical Cell)



Typical Discharge Capacity



Los Módulos Radio MAR También se podrán alimentar con pack de 4 pilas de litio de 3,6V de alta descarga.



6.4 PROGRAMA DE PC

Será un programa completamente configurable, para que la comunidad pueda personalizarlo según sus necesidades y así trabajar solamente aquellas opciones que precise, de la forma más sencilla y amena posible.

El programa de PC para la telegestión trabajará bajo soporte Windows y estará diseñado para optimizar las prestaciones de los elementos de campo que controla.

El sistema constará de tres módulos de ejecución en el PC, cada uno de ellos especializado en la realización de una tarea específica dentro del telecontrol de la comunidad o comunidades.

Se incluirán módulos para gestión hídrica y de los recursos energéticos

- **Módulo de control:** será el responsable de reaccionar y responder a la información que recibirá tanto de los diferentes elementos del sistema de riego como de las solicitudes y programación realizadas por los usuarios, proporcionando a la red hidráulica el estado en el que deben estar cada uno de sus elementos.

  Sólo podrá existir uno de estos módulos en todo el sistema de telegestión.

- **Módulo de comunicaciones:** será el responsable de realizar la comunicación con las concentradoras instaladas, obtendrá la información recogida por cada concentradora para que pueda ser procesada por el módulo de control y enviara la información perteneciente a cada concentradora según lo indicado por el módulo de control.

  El sistema de telegestión permitirá la utilización de más de uno de estos módulos, siempre que éstos sean instalados en diferentes ordenadores y que los ordenadores en los que se instale tengan acceso a la base de datos del sistema de telegestión.

  El módulo será versátil y abierto, de manera que no estará limitado a la comunicación únicamente a concentradoras, sino que permitirá también la inclusión de otros equipos, como pueden ser programadores GPRS, por ejemplo, o incluso con otros PCs.

  El módulo de comunicaciones permitirá prácticamente cualquier tipo de comunicación existente: RS-232, RS-485, Ethernet, radio-módem, módem convencional, GSM, GPRS, etc., aparte de estar preparado para adaptarse a los nuevos avances tecnológicos que puedan aparecer.

- **Módulo de gestión:** será el encargado de la interfaz entre el sistema de telegestión y los usuarios. El sistema permitirá la utilización de más de uno de estos módulos, siempre que éstos sean instalados en diferentes ordenadores y que los ordenadores donde se instale tengan acceso a la base de datos del sistema de telegestión.

  La información se presentará y se solicitará al usuario mediante ventanas y cuadros de diálogo que permiten el acceso a los datos deseados de forma rápida e intuitiva. Además, cada usuario podrá moldear la ventana principal de consulta para que siempre aparezca la información más relevante para él.

  Las principales características de este módulo serán:

  - Posibilidad de gestionar un número ilimitado de concentradoras, integrándolas todas como si fuese uno de solo.
  - Posibilidad de gestionar otros equipos diferentes a las concentradoras Distintas posibilidades de conexión: cable directo (RS-232, RS-485, Ethernet), módem (convencional o GSM), radio-módem, GPRS, etc.
  - Importación de dibujos y planos para la monitorización de la comunidad, pudiéndose incorporar iconos para una mejor visualización.
  - Consulta mediante sinópticos totalmente configurables por el usuario.
  - Exportación a ficheros ASCII de toda información relativa a la configuración, programación o funcionamiento del sistema, tanto si son datos de facturación, como de consumos, como de registros de sensores, pudiéndose tratar posteriormente con hojas de cálculo o bases de datos.
  - Listados con la planificación de riegos.
  - Gráficos de sensores, entre ellos, del consumo de los contadores de riego y también de la activación de las válvulas.
  - Gestión de eventos y anomalías.
  - Esquema hidráulico de la red de riego, con todos los elementos visibles y acceso a su programación y configuración in situ.
  - Posibilidad de conexión de un panel sinóptico externo.
  - Limitar la disponibilidad de agua a previo pago.
  - Avisos y aceptación de órdenes a través de SMS (mensajes de móvil).
  - Diferentes tarifas según el momento en que se produzca el consumo de agua.

El sistema ofrecerá una gran adaptabilidad a las comunidades a través de las múltiples opciones de programa y módulos de campo de que dispondrá, que lo convertirán en un sistema dinámico y versátil, además permitirá la personalización según las particulares necesidades de cada comunidad.

El programa ofrecerá la monitorización completa de todos los elementos conectados al sistema, y gestionará de forma integrada las concentradoras como los terminales remotos que se conectarán directamente a él.

La programación del riego podrá ser secuencial, independiente, por demanda, por seguridad, etc. Estas distintas funciones se podrán visualizar en planos, en gráficas, imprimir su evolución, o ser exportadas a otros programas.

A nivel de registro, permitirá tener permanentemente actualizada la base de datos en función de la periodicidad de comunicación con los elementos de campo, visualizarlos por individual o totalizados y exportarlos a otros programas.

6.5 INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN Y PROGRAMACIÓN PROGRAMA PC

INSTALACIÓN

El primer paso a realizar para la instalación del sistema, será decidir la ubicación de la base de datos del sistema, del frontal de comunicaciones, del módulo de control y del módulo de gestión. Todos ellos podrían residir en un único ordenador PC, pero podría ser conveniente distribuirlos en diversos ordenadores. En este caso, todo ordenador que fuera a utilizar alguno de los módulos del sistema deberá tener acceso al ordenador donde se haya ubicado la base de datos.

Una vez se haya instalado el servidor de la base de datos, el módulo de control y los módulos de comunicación (en caso de existir más de uno) no precisan de ningún requisito en especial, puesto que el propio sistema se encarga de asegurar que todos estos módulos se hallen siempre en funcionamiento.

Hecho esto, desde cualquier ordenador donde se haya instalado el módulo de gestión se procederá a la configuración y programación del sistema.

CONFIGURACIÓN

Toda la configuración del sistema se realizará desde el módulo de gestión y podrá separarse en tres niveles según el módulo al que afecte:

- **Configuración de comunicación:** se trata de definir todos los elementos que formarán parte de la red hidráulica y de cómo acceder a ellos. Por lo tanto, se definirán las concentradoras, las válvulas, los sensores, los contadores, etc. y se indicarán los parámetros necesarios para que las concentradoras puedan comunicarse con sus módulos de campo y también los parámetros para que el módulo de comunicaciones pueda acceder a las concentradoras.
- **Configuración de control:** se describirá la manera en que se quiere que trabaje la red hidráulica, introduciendo los grupos de sectores, las limitaciones de caudal y presión, las limpiezas de filtros, etc.
- **Configuración de gestión:** se definirán todos aquellos parámetros necesarios para tener en cuenta las necesidades de los usuarios de la comunidad, como es la definición del parcelario, de los usuarios, las tarifas de riego, etc.

Estas configuraciones se realizarán la primera vez de puesta en marcha del sistema y normalmente ya no se modificarán si no hay ampliaciones o modificaciones de la instalación que lo requieran, aunque siempre podrán adaptarse.

6.6 PROGRAMACIÓN

Según las necesidades de la comunidad, ésta podrá utilizar distintas formas de realizar la programación del riego: en función de sus disponibilidades de caudal o de presión, instalaciones, turnos, etc.

El sistema permitirá una gran flexibilidad a la hora de definir posibilidades de riego, desde la más sencilla hasta la más compleja, sin que el uso de una forma de programación excluya a las demás.

Riego a la demanda:

Los riegos que se activan por demanda, lo harán en función de variables externas como son sensores ambientales, peticiones de riego, horarios, etc. Son situaciones no programadas inicialmente pero que debido a la situación hídrica de la parcela harán necesaria la activación del riego. Podremos hacer un riego a la demanda:

- Por sensores digitales y/o analógicos
- Por orden mediante mensaje de texto (SMS)
- Por interruptor manual
- Por activación desde el módulo de gestión
- Por horarios

La finalización del riego a la demanda no será por unidades consumidas, sino que dependerá tanto de sensores digitales y/o analógicos como de los parámetros horarios que se hayan definido (horario de disponibilidad de agua) como del deseo del propio usuario de la parcela (paro por SMS, por interruptor, desde el módulo de gestión)

Mediante este tipo de programación será posible limitar la disponibilidad de agua para todos y cada uno de los sectores, permitiendo al usuario hacer uso de esta agua o no según su deseo o necesidad.

Riego por unidades consumidas de sectores o válvulas:

Este tipo de riego permitirá enlazar sectores y que cada uno lleve sus propias unidades de riego a consumir. De esta forma se podrán hacer turnos de riego, donde cada uno tendrá su horario, su tiempo o volumen asignado, etc.

Cada programa podrá tener su propia secuencia de riego, pudiéndose enlazar entre si los programas.

Se podrá trabajar también por caudal, así como realizar el riego turnado. Posibilidad de condicionar el riego, de tal forma que podamos parar el aporte de agua a cualquiera de las válvulas de la secuencia mediante un mensaje GSM.

Para el riego por secuencia se podrá utilizar:

- Programas de secuencia.
- Programas por hidrante y modificación de valores por grupos de sectores.
- Horas de inicio (pudiendo encadenar programas).
- Días de la semana o frecuencia de días.
- Horario activo del día.
- Activaciones diarias o por frecuencia.
- Programación por hidrante.
- Diferentes agrupaciones de sectores.
- Condicionantes para modificar, iniciar o detener el riego.

Independencia de la comunidad

La comunidad podrá en todo momento determinar cómo quiere que los diferentes usuarios puedan administrarse el agua. También indicará cómo se debe hacer la gestión y la programación: si se quiere dejar libertad a los usuarios o debe realizarse siempre a través de la comunidad.

La forma de transmitir la programación al sistema podrá realizarse a través del PC, o también a través del móvil, en función de la libertad de trabajo que se permita. También se pueden tener sensores digitales o analógicos que realizarán la activación del programa cuando la condición que han de cumplir para ello se produzca.

Toda la programación se podrá modificar en cualquier momento, permitiendo trabajar con cualquiera de las formas descritas, con sus propias posibilidades de trabajo.

Habrá una pre-configuración donde determinaremos la forma de trabajar de nuestra comunidad para que a la hora de realizar la programación sea sencilla, intuitiva y fácil tanto para la persona encargada de la comunidad como para los diferentes usuarios si éstos tuvieran acceso.

Otra forma de gestionar la comunidad en la que intervengan los usuarios es por códigos de acceso. Este aspecto incide en que todo usuario tiene su código propio y podrá acceder a la programación de sus sectores, siempre que la comunidad lo permita.

El hecho de trabajar con códigos de acceso también permite tener diferentes niveles de acceso que facilitan la protección de datos y permiten ofrecer a cada usuario sólo los elementos que precisa conocer.

7 FORMACIÓN TÉCNICOS COMUNIDAD DE REGANTES

Se realizará una formación a los técnicos de la comunidad de regantes para poder llevar a cabo la supervisión y gestión del telecontrol, dotándoles de un completo conocimiento del sistema y proporcionándoles manuales de utilización y mantenimiento del sistema.

De igual manera que con el sistema de telecontrol se formará a los técnicos de la comunidad de regantes en el funcionamiento del sistema de gestión integrada de la comunidad de regantes, dotándoles de un completo conocimiento del sistema y proporcionándoles manuales de utilización.

8 COBERTURA RADIOELÉCTRICA

Antes del inicio de las obras, se deberá analizar el estado de cobertura radioeléctrica de las frecuencias a utilizar, comprobando los niveles de RSSI ("Receive Signal Strength Indication") y las posibles interferencias con la frecuencia utilizada. Sólo se considerarán como óptimas, en los puntos a instalar equipos, señales de RSSI superiores a 50 dbm; en caso de señales inferiores se tendrá que utilizar módulos Repetidores o bien considerar una nueva ubicación de su receptor de señal.

No obstante, se presenta un primer estudio realizado en fase de redacción de proyecto y en base al cual se ha diseñado la estructura del sistema.

En el Apéndice 1 se incluye el estudio de coberturas llevado a cabo en fase de proyecto. Y en el apéndice 2, un plano de la distribución de los elementos de telecontrol.

APÉNDICE 1: ESTUDIO DE COBERTURAS

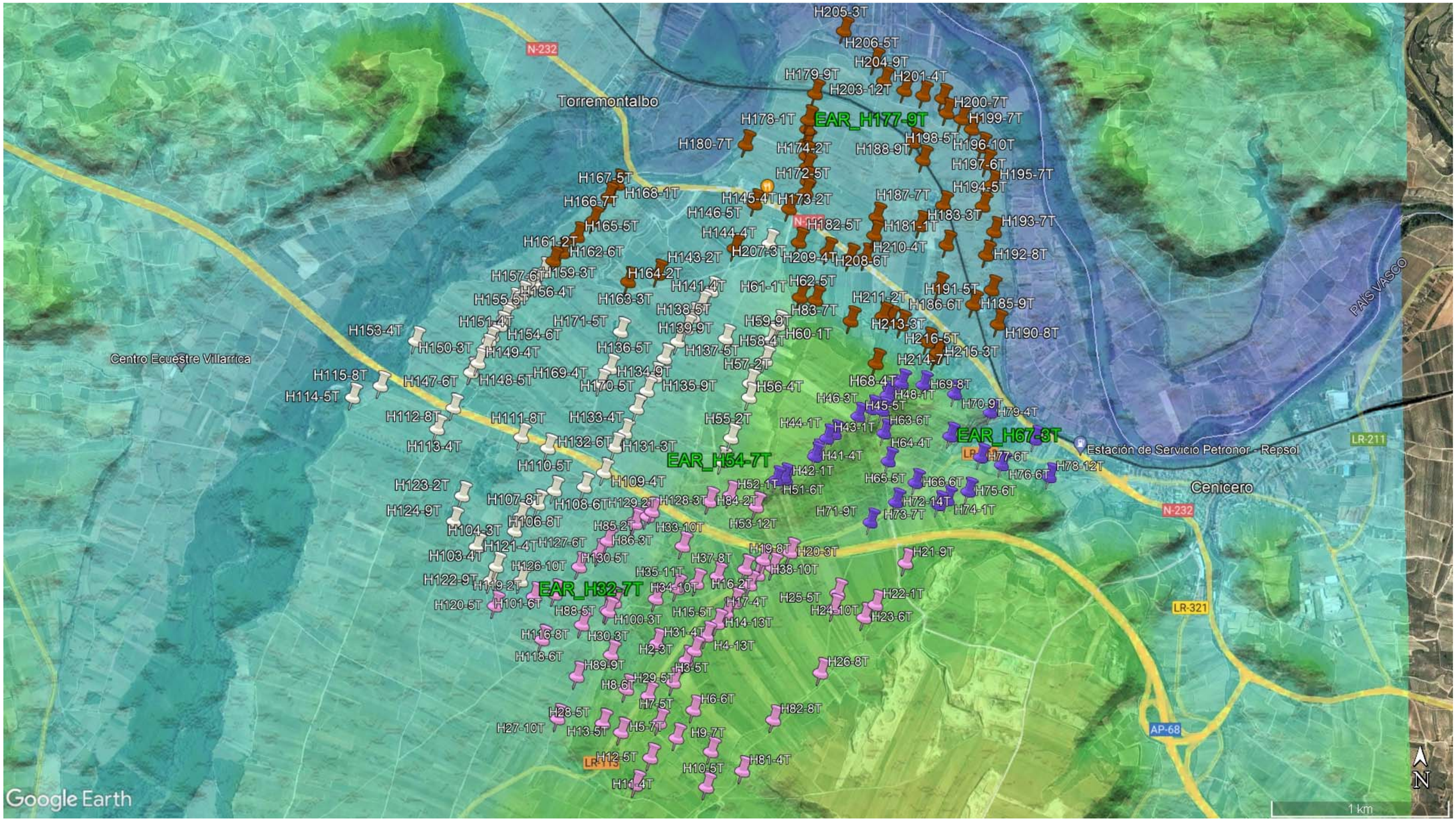


Ilustración 1: Ubicación de los hidrantes de la Comunidad de Regantes Canal de la Margen Derecha del Río Najerilla sobre la topografía del territorio.

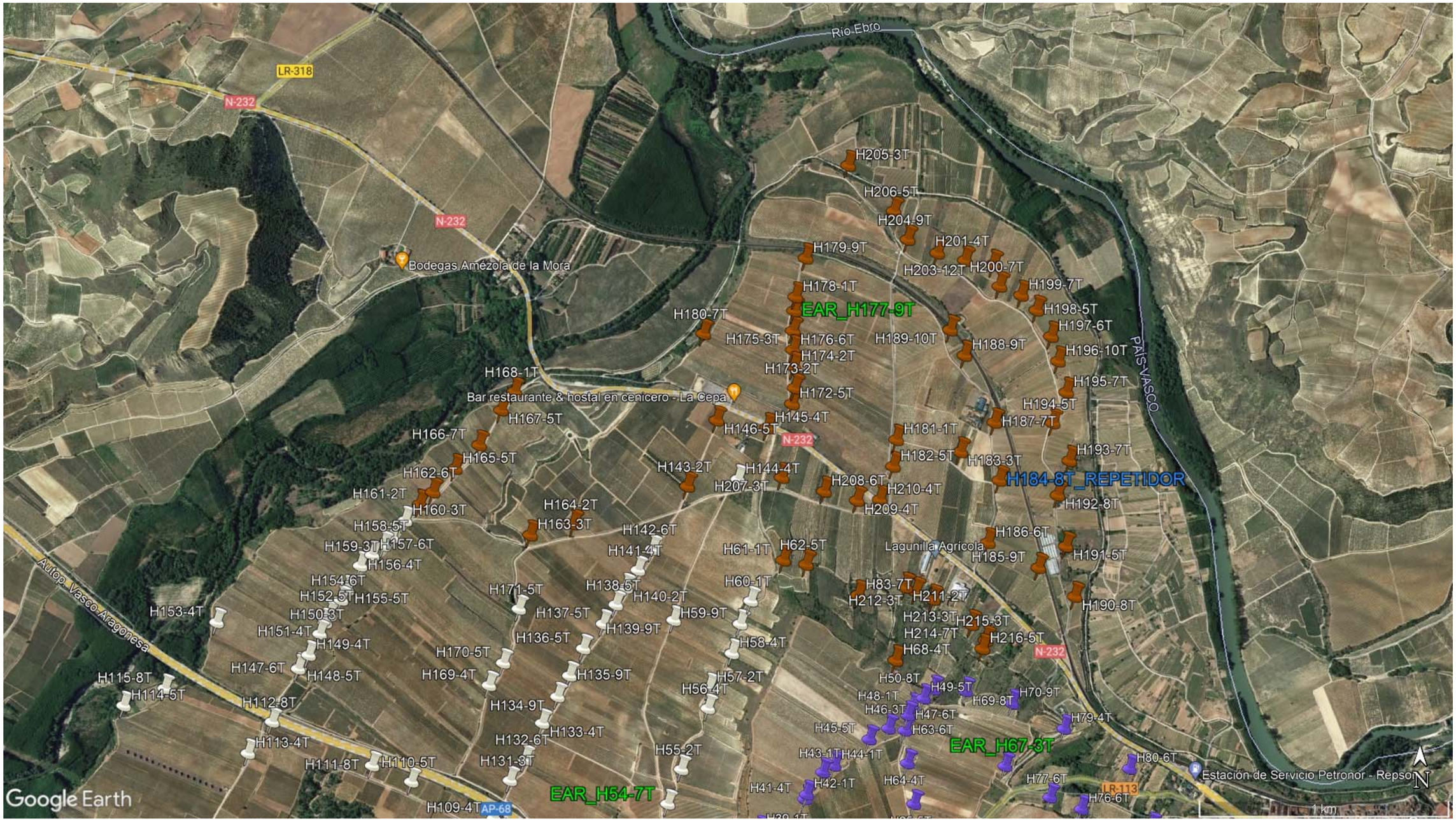


Ilustración 2: Ubicación de los hidrantes Zona Norte de la Comunidad de Regantes Canal de la Margen Derecha del Río Najerilla sobre ortofotomapa.

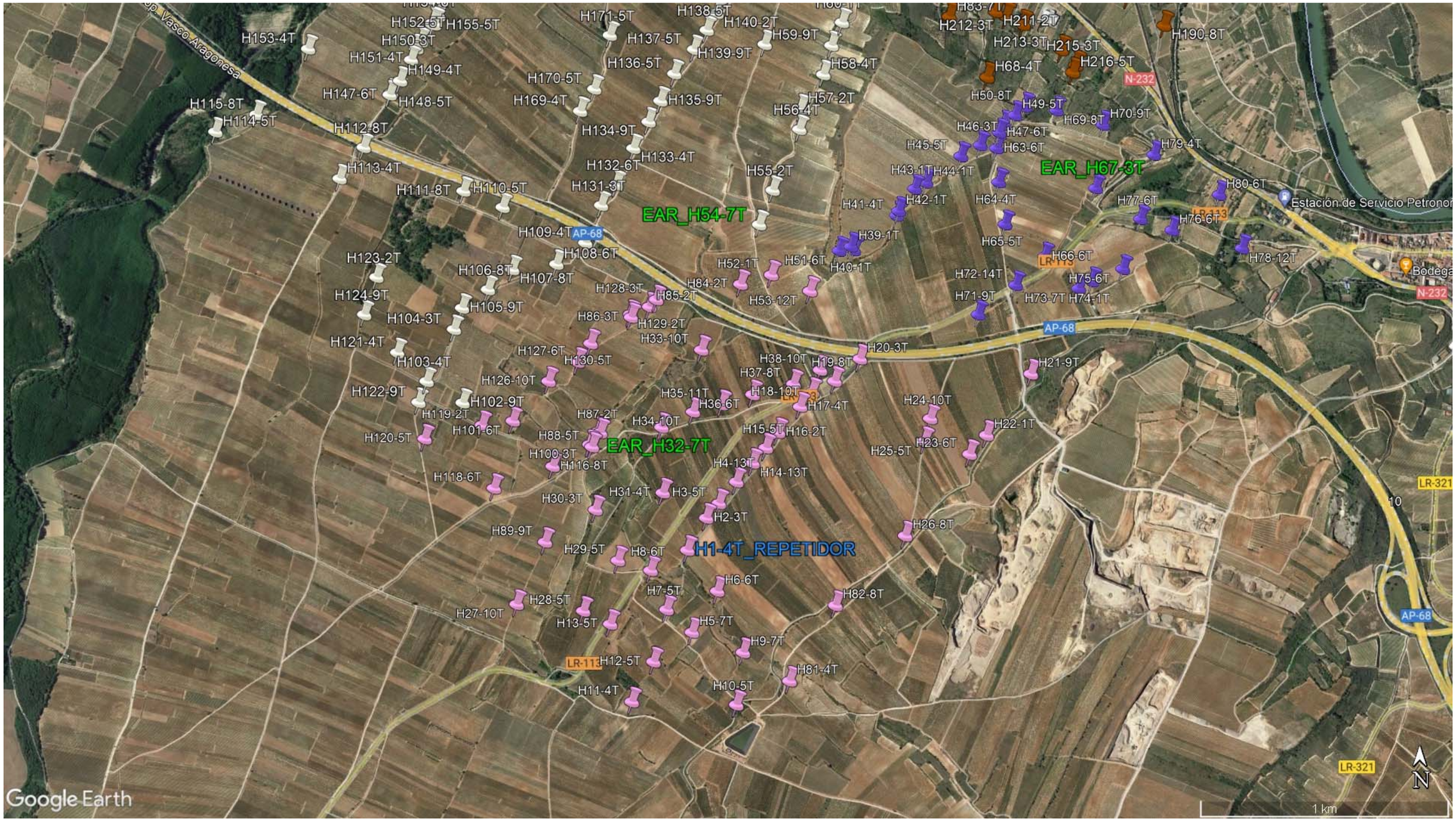


Ilustración 3: Ubicación de los hidrantes Zona Sur de la Comunidad de Regantes Canal de la Margen Derecha del Río Najerilla sobre ortofotomapa.

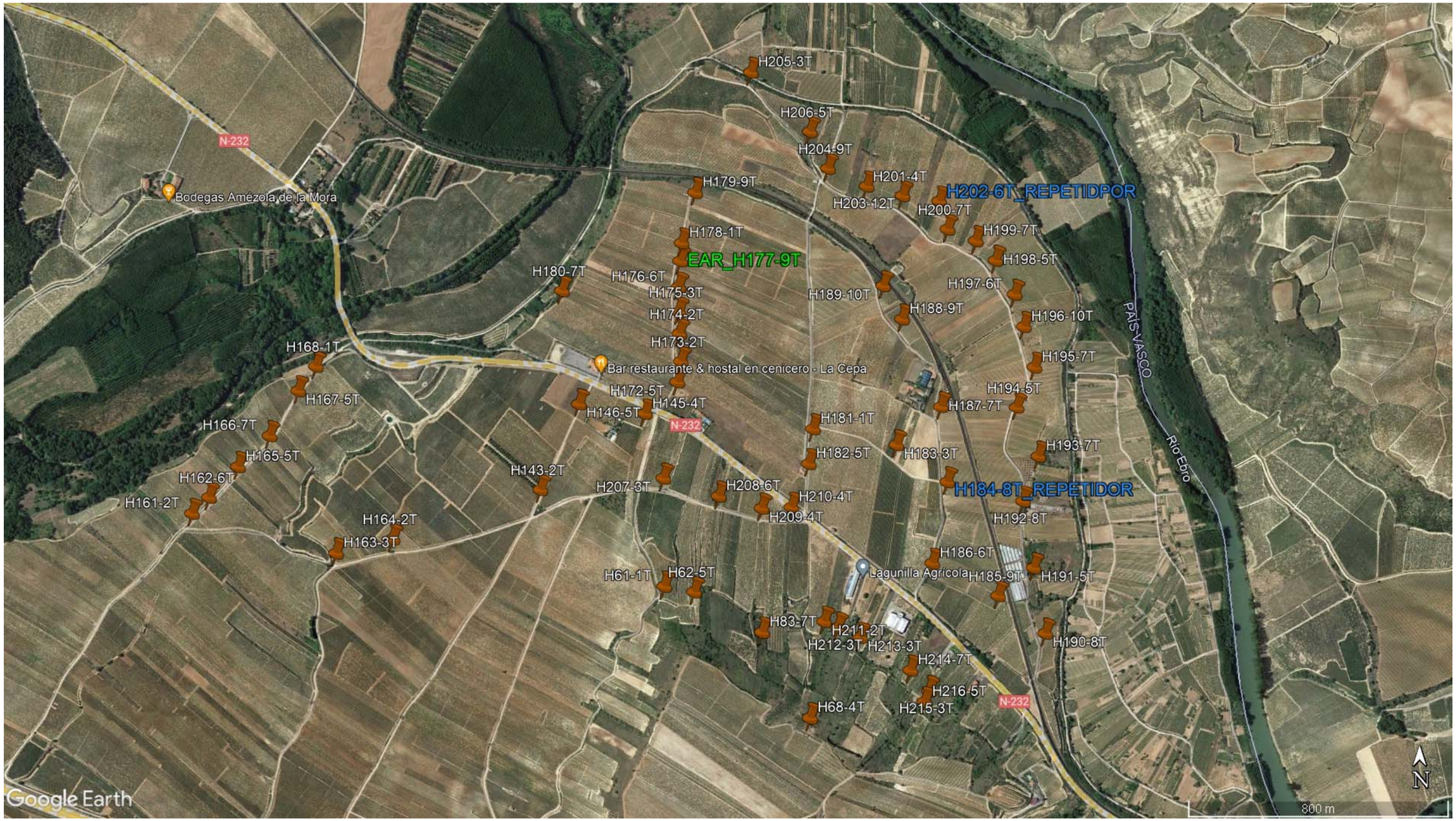


Ilustración 4: Ubicación de los hidrantes de las concentraciones de la EAR1; con la situación de la unidad concentradora (UC) EAR, los módulos MAR remotos, y los módulos MAR repetidores, en la Comunidad de Regantes Canal de la Margen Derecha del Río Najerilla

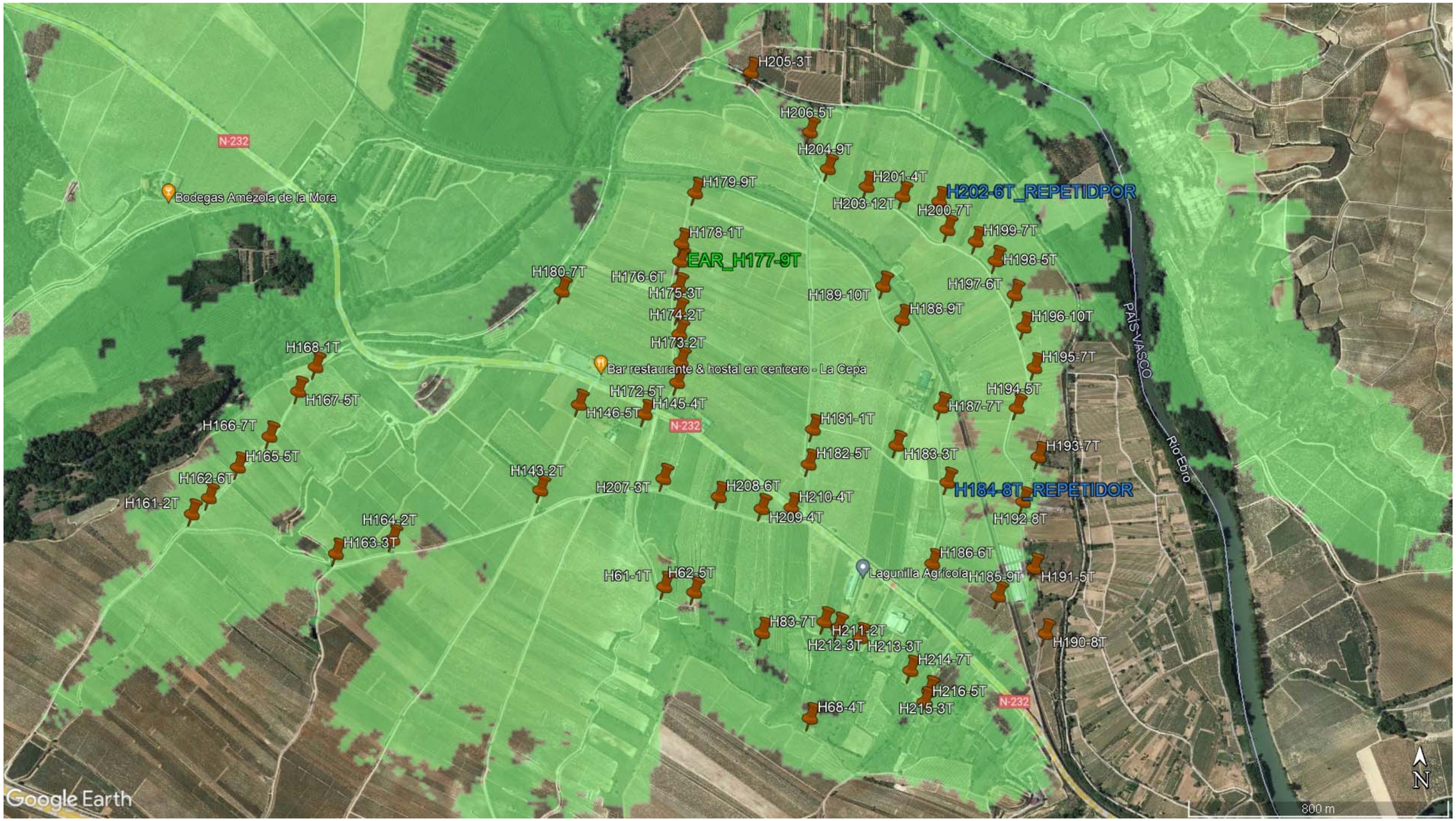


Ilustración 5: Ubicación de los hidrantes de la concentración de la EAR1; con la cobertura radio de la unidad concentradora (UC) EAR, en la Comunidad de Regantes Canal de la Margen Derecha del Río Najerilla.

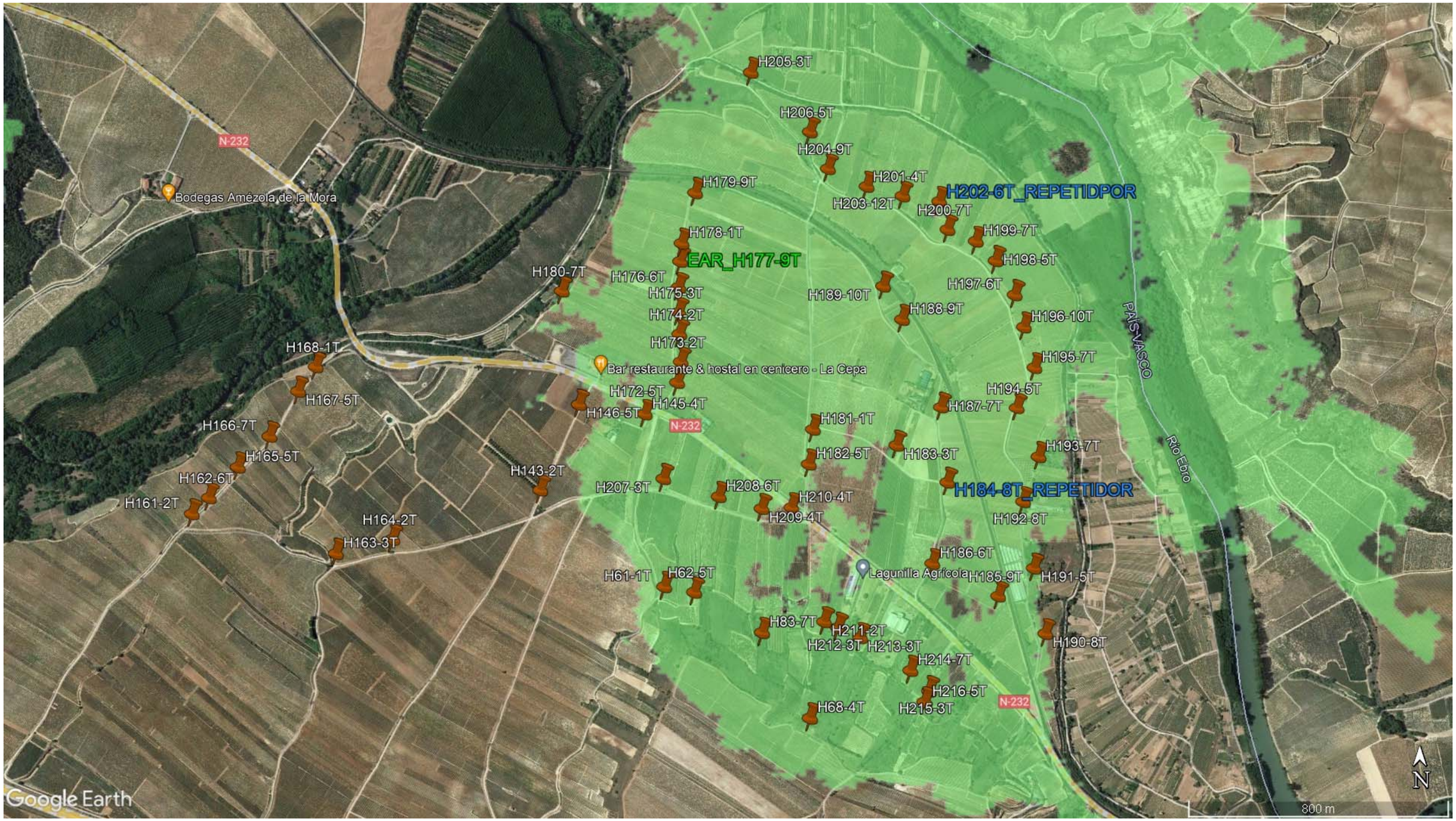


Ilustración 6: Ubicación de Repetidor H202 de la concentración 1; con la cobertura radio de la unidad MAR, en la Comunidad de Regantes Canal de la Margen Derecha del Río Najerilla.

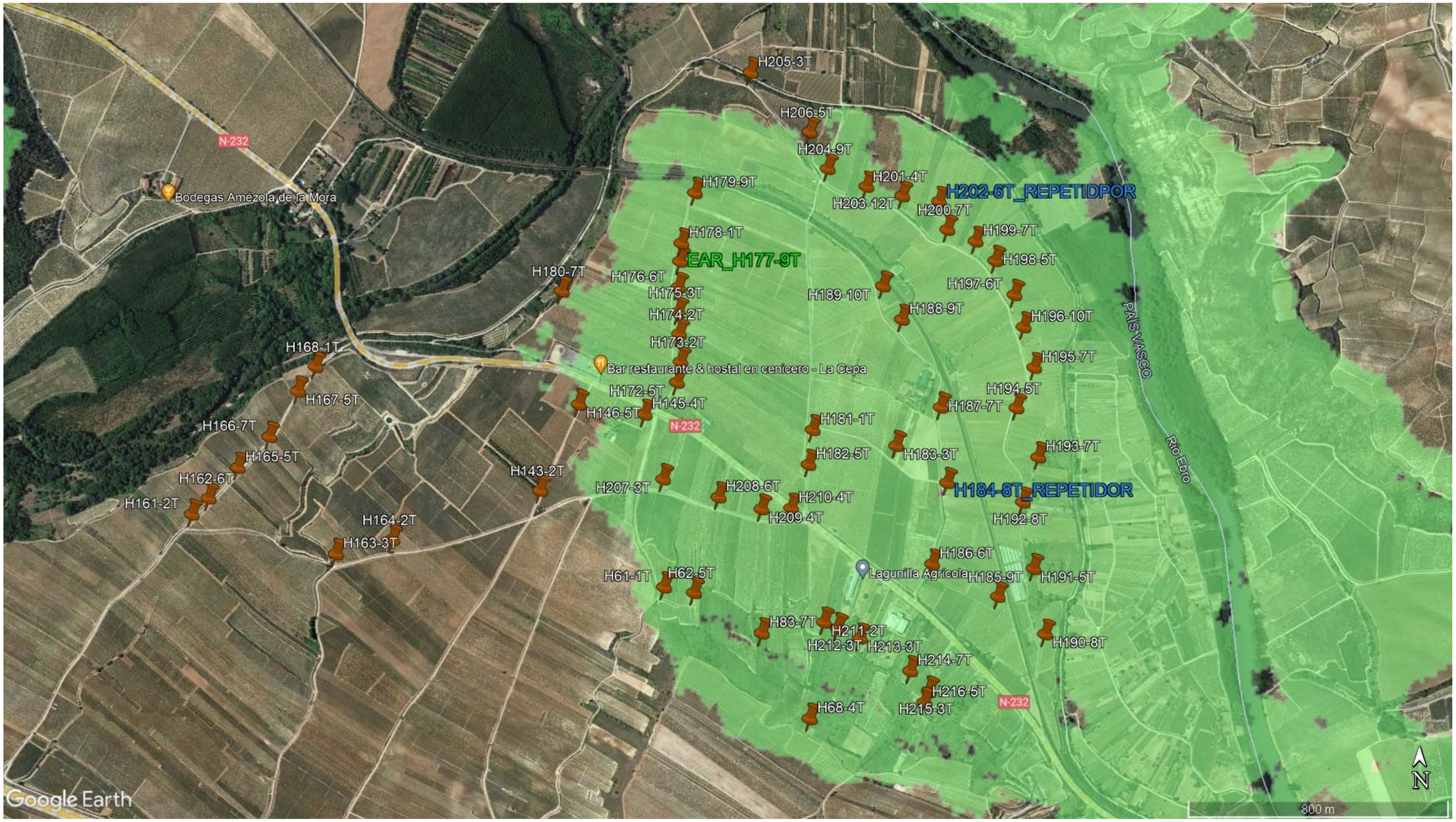


Ilustración 7: Ubicación de Repetidor H184 de la concentración 1; con la cobertura radio de la unidad MAR, en la Comunidad de Regantes Canal de la Margen Derecha del Río Najerilla.

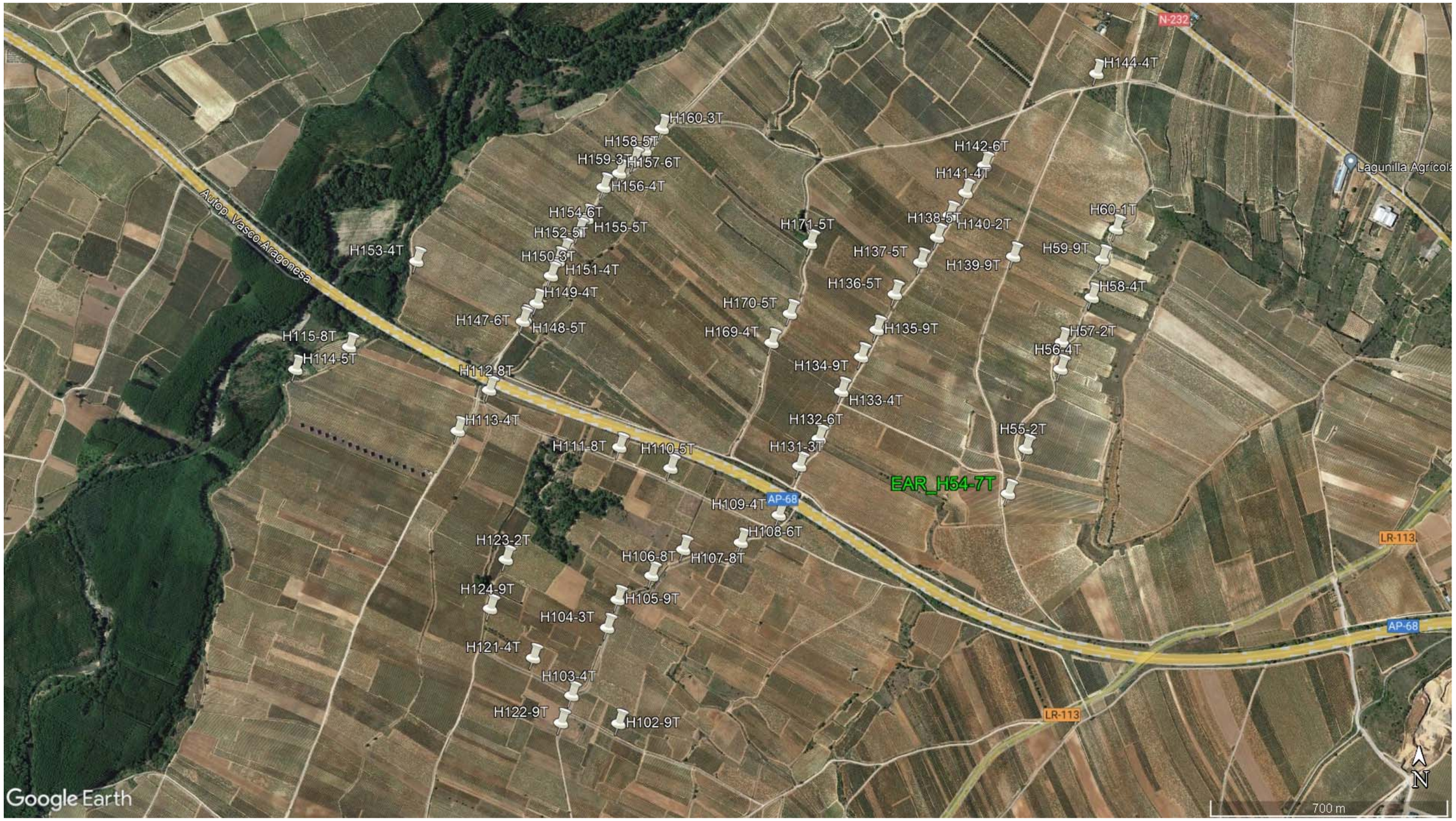


Ilustración 8: Ubicación de los hidrantes de las concentraciones de la EAR2; con la situación de la unidad concentradora (UC) EAR, los módulos MAR remotos, y los módulos MAR repetidores, en la Comunidad de Regantes Canal de la Margen Derecha del Río Najerilla

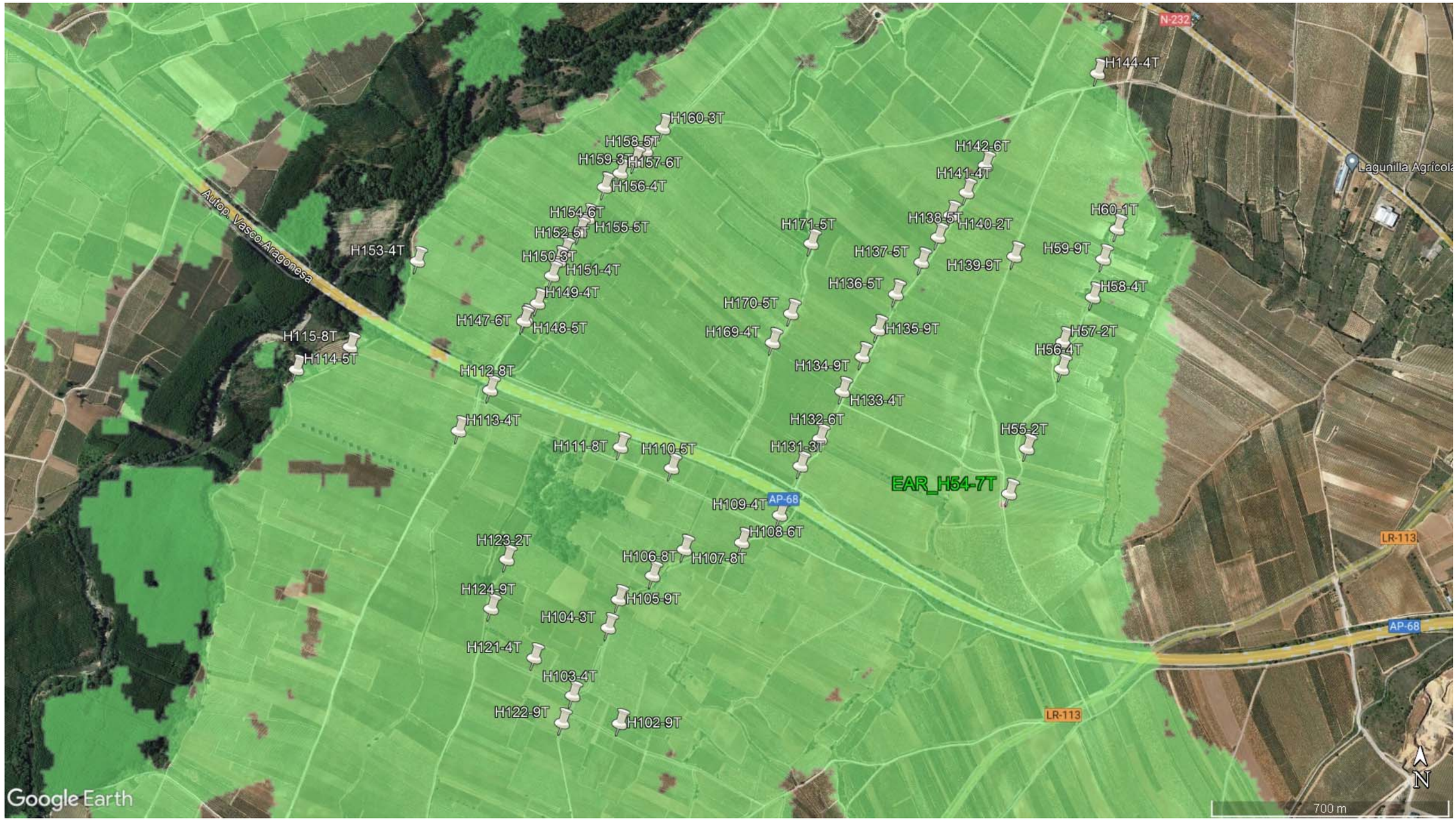


Ilustración 9: Ubicación de los hidrantes de la concentración de la EAR2; con la cobertura radio de la unidad concentradora (UC) EAR, en la Comunidad de Regantes Canal de la Margen Derecha del Río Najerilla.

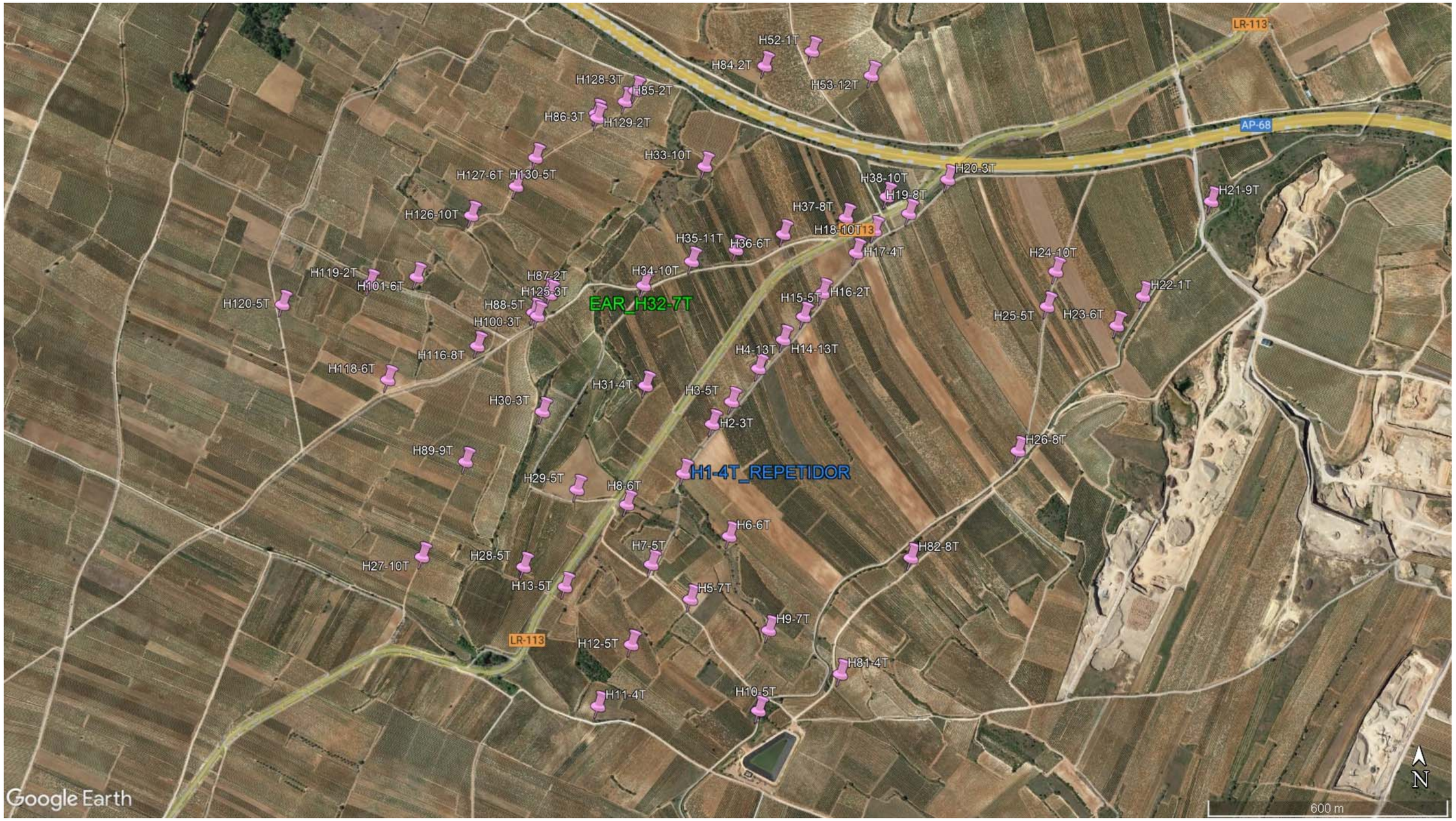


Ilustración 10: Ubicación de los hidrantes de las concentraciones de la EAR3; con la situación de la unidad concentradora (UC) EAR, los módulos MAR remotos, y los módulos MAR repetidores, en la Comunidad de Regantes Canal de la Margen Derecha del Río Najerilla

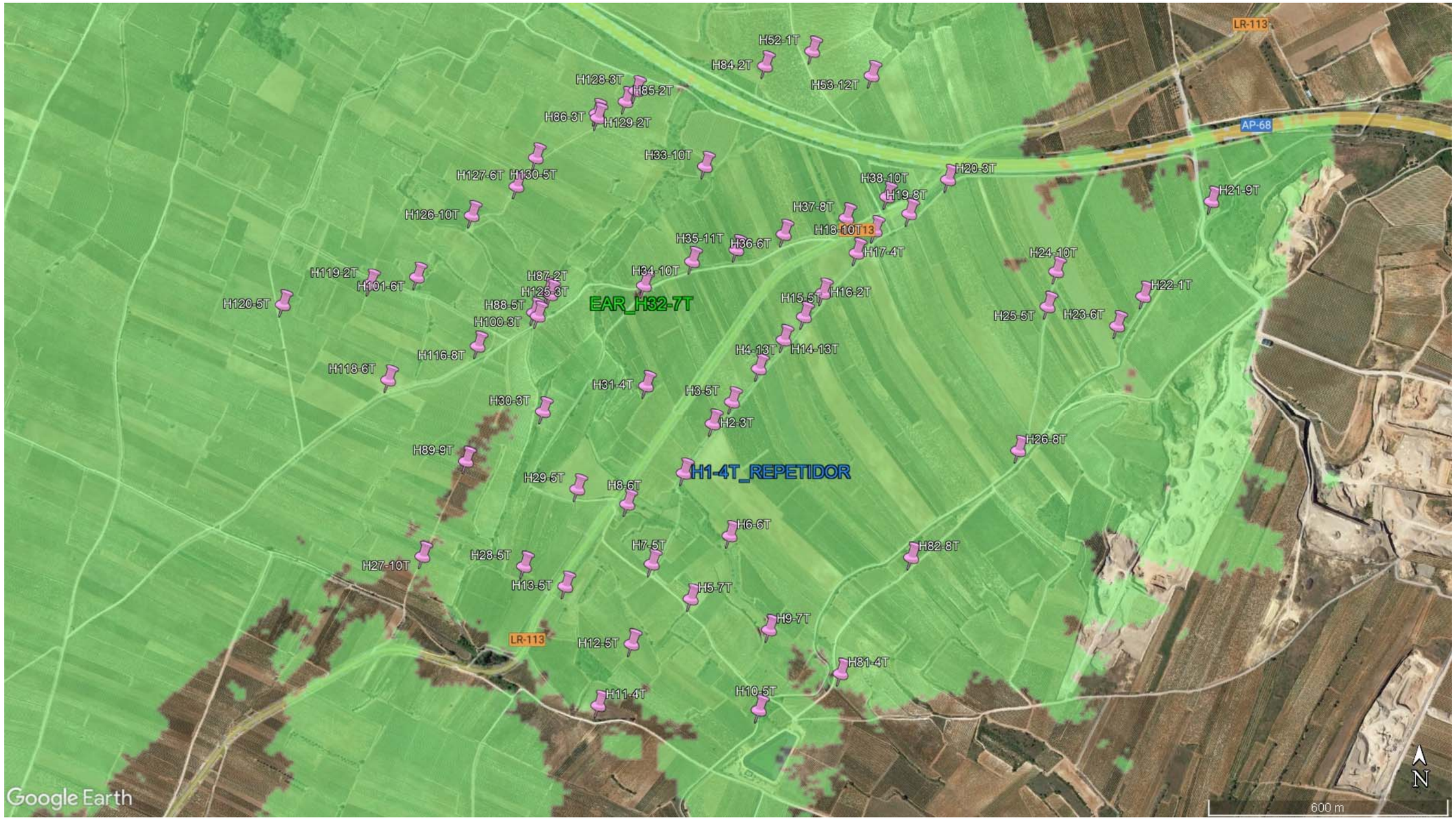


Ilustración 11: Ubicación de los hidrantes de la concentración de la EAR3; con la cobertura radio de la unidad concentradora (UC) EAR, en la Comunidad de Regantes Canal de la Margen Derecha del Río Najerilla.

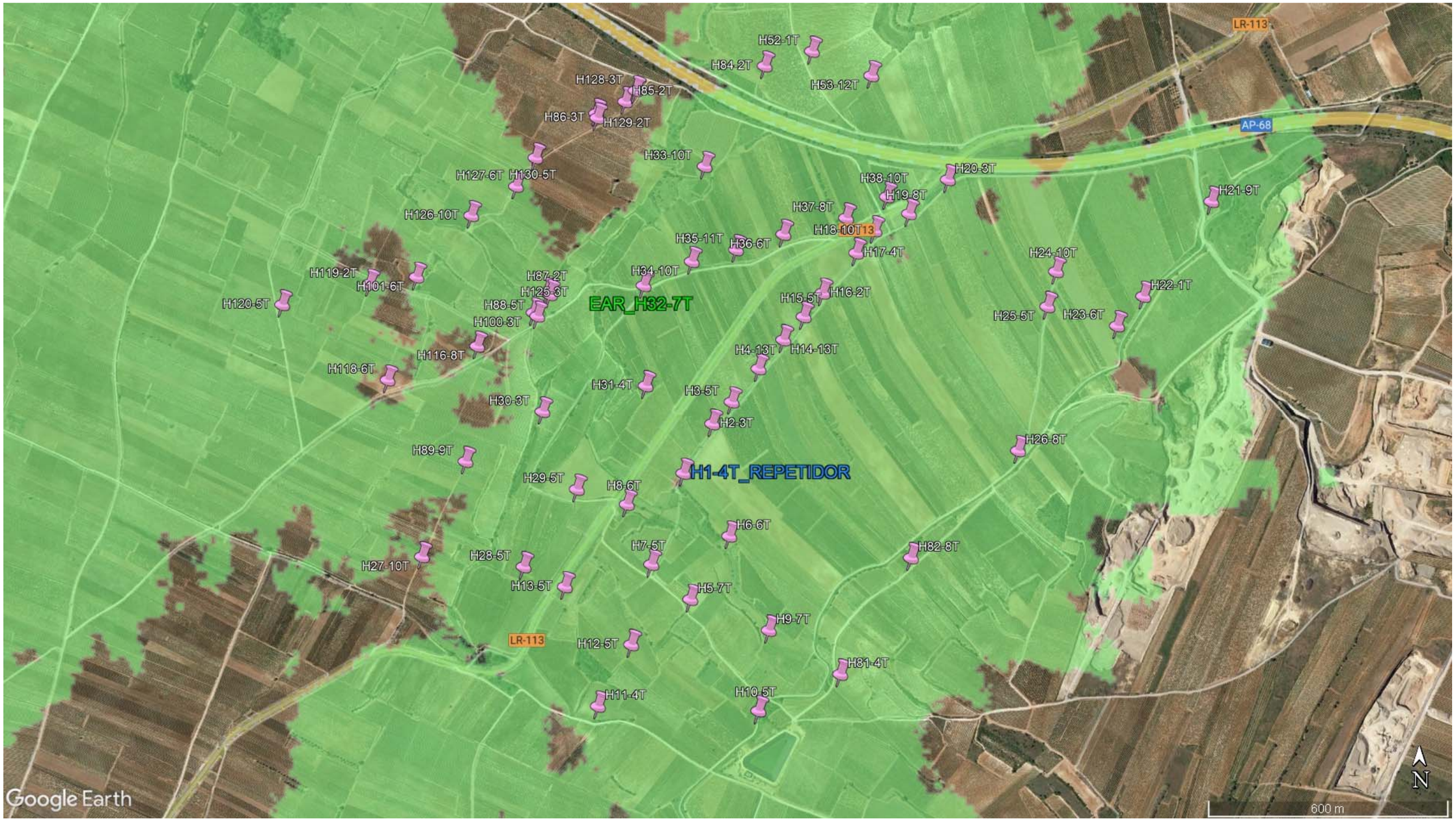


Ilustración 12: Ubicación de Repetidor H1 de la concentración 3; con la cobertura radio de la unidad MAR, en la Comunidad de Regantes Canal de la Margen Derecha del Río Najerilla.

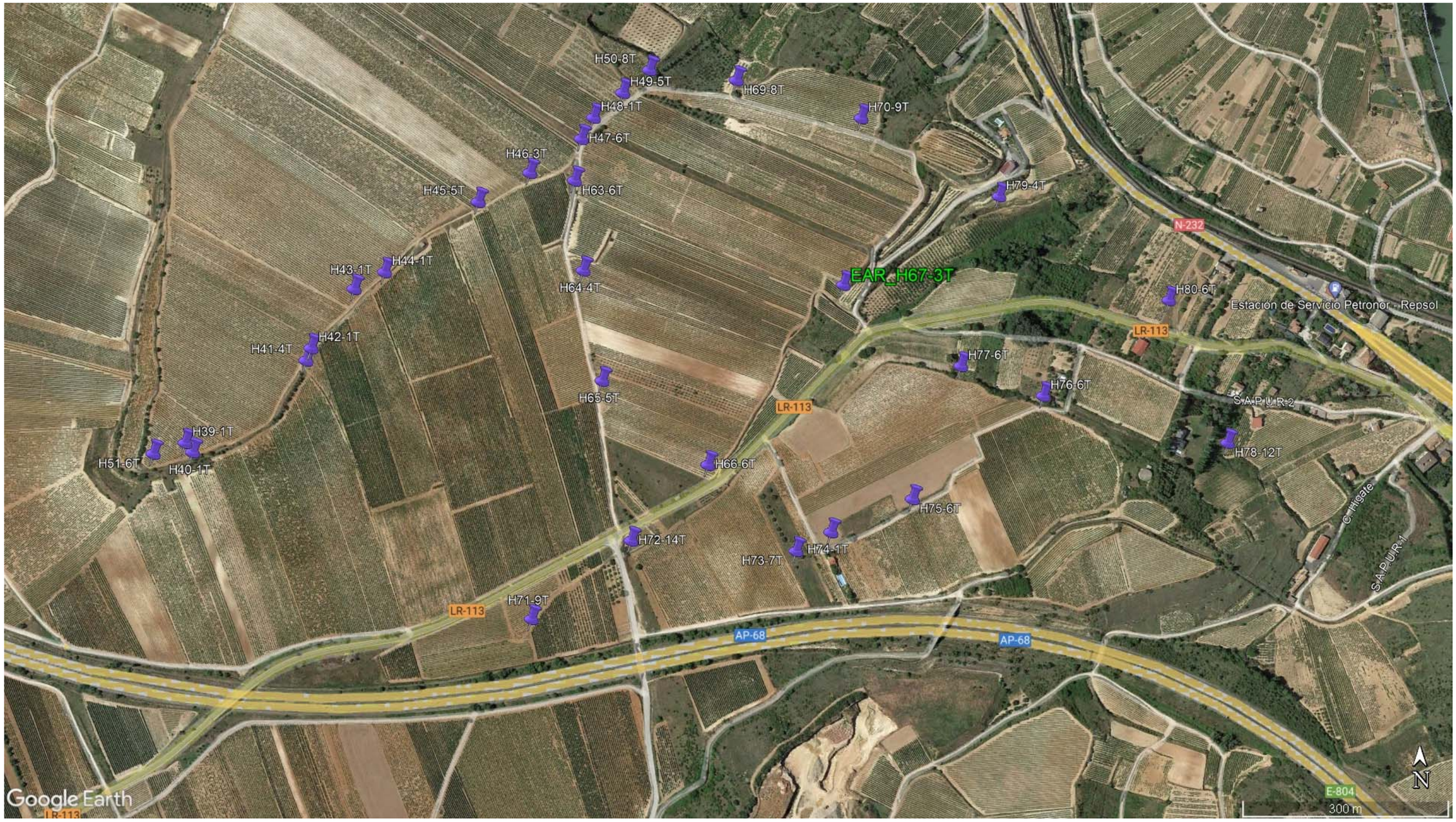


Ilustración 13: Ubicación de los hidrantes de las concentraciones de la EAR4; con la situación de la unidad concentradora (UC) EAR, los módulos MAR remotos, y los módulos MAR repetidores, en la Comunidad de Regantes Canal de la Margen Derecha del Río Najerilla

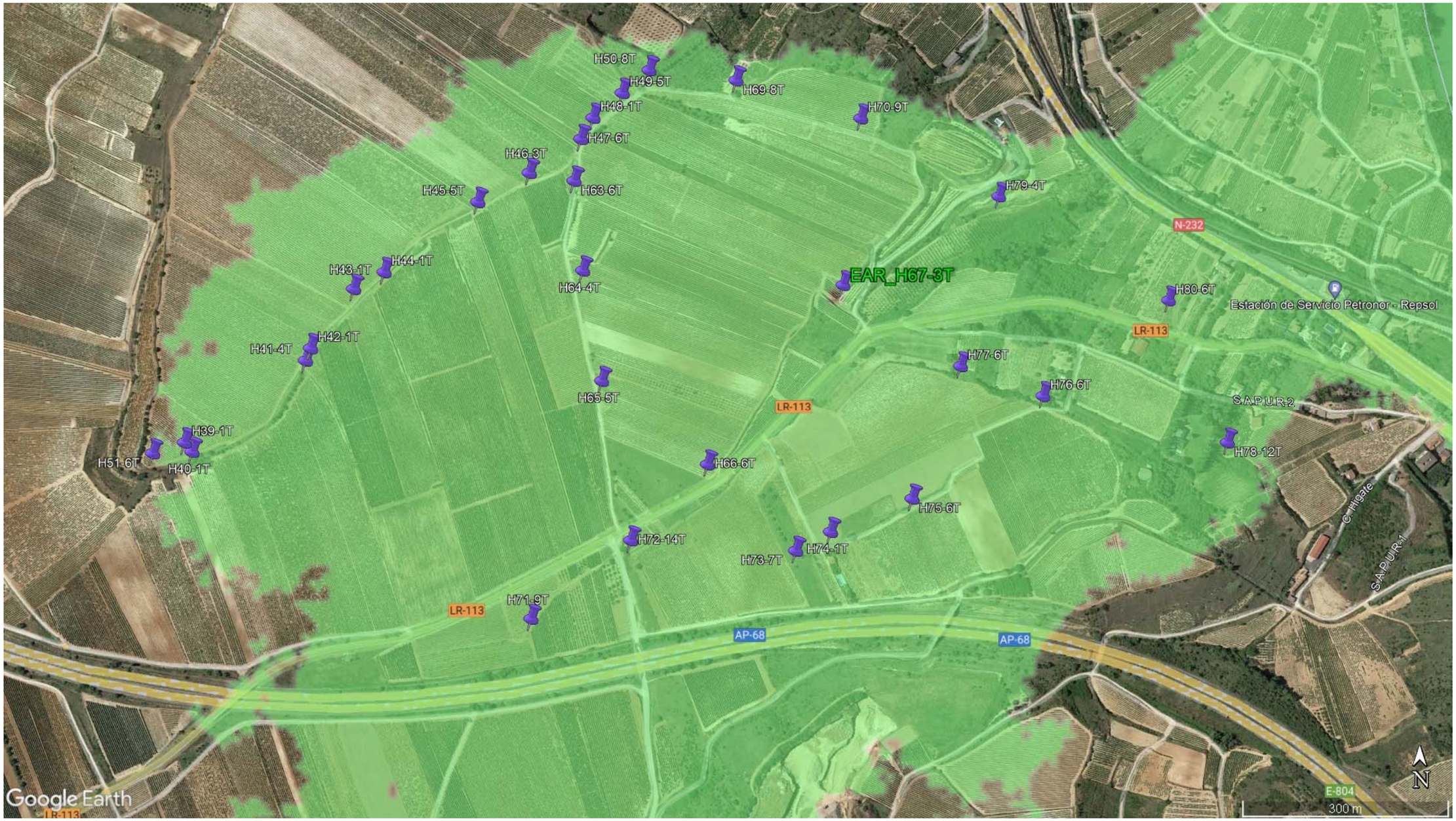


Ilustración 14: Ubicación de los hidrantes de la concentración de la EAR4; con la cobertura radio de la unidad concentradora (UC) EAR, en la Comunidad de Regantes Canal de la Margen Derecha del Río Najerilla.

APÉNDICE 2: SONDAS DE HUMEDAD

ÍNDICE

APÉNDICE 2.- SONDAS DE HUMEDAD

1 INTRODUCCIÓN 1
2 PRINCIPIOS DE DISEÑO Y VIAVILIDAD DE LAS MEDIDAS 1
3 TÉCNICAS DE ABASTECIMIENTO 1
1.1 APLICACIÓN DIRECTIVA 1 3
1.2 INSTALACION EN SISTEMAS DE RIEGO 4
4 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS EQUIPOS A INSTALAR 5
5 METODOLOGIA DE LECTURA E INTERPRETACION DE LOS DATOS Y SU APLICACION 5

APÉNDICE 1: ESTUDIO DE COBERTURAS

APÉNDICE 2.- SONDAS DE HUMEDAD

1 INTRODUCCIÓN

El riego es el factor principal en la producción y calidad de los cultivos en áreas de clima árido y semiárido. Para una gestión eficiente del agua en todo el perfil del suelo afectado por el riego es necesario, por tanto, el control del contenido de humedad en el suelo.

Para ello en este anejo se definirá:

- Principios de diseño y vialidad de las medias.
- Técnicas de establecimiento
- Establecer las especificaciones técnicas de los equipos a instalar.
- Metodología de lectura e interpretación de los datos y su aplicación

La medida a adoptar en este proyecto para el control de humedad en suelo es la del contenido volumétrico de agua en suelo (CVAS).

Esta medida recomienda la instalación de sensores en continúo basados en la constante dieléctrica o permisividad del suelo, dado que ésta se relaciona directamente con su contenido de humedad. Estos sensores se instalan a distintas profundidades con un registrador de datos que capturan la señal de los sensores, la almacenan y la transmiten de forma local o remota. Estos métodos no son destructivos y, aunque únicamente abarcan un pequeño volumen de suelo, bien calibrados a la solución del suelo, determinan con precisión, las dosis de riego o cantidad del agua de aplicación en un riego.

En la interpretación de los datos del contenido volumétrico de agua en suelo, hay que partir del hecho de que no debe exigirse una cifra exacta del CVAS dado que hay muchos factores que añaden incertidumbre a la precisión de la medida. Por ello, en el caso de que no se disponga de una calibración adecuada de las sondas, se debe relativizar el valor frente al máximo registrado. Se recomienda que el personal responsable de la comunidad de regantes (CR) supervise la recogida de datos de las medidas de los equipos instalados y también de las aplicaciones de riego diarias/semanales realizadas en la parcela durante un periodo de tiempo suficientemente representativo par a su posterior análisis.

Para corroborar y/o poder adoptar una decisión apropiada, la recomendación sería realizar una lectura rápida de las medidas del contenido volumétrico de agua en el suelo y si estos valores superan el 40% de humedad, al ser muy elevados podría tener indicios de posible sobre-riego del cultivo. Hay que tener en cuenta que la saturación máxima es del 50-52% en suelos de textura franco-arcillosa, y que estos valores únicamente se podrían alcanzar en niveles muy superficiales del perfil de suelo y justo después de regar o tras una lluvia copiosa.

En resumen, la implantación por parte de las Comunidades de Regantes de las medidas descritas en la Directriz 1 permitirá reducir la cantidad de agua de riego sin afectar el estado hídrico del cultivo ni su producción, con el fin de mejorar la eficiencia del uso del agua y de reducir la lixiviación de nutrientes, mejorando así la sostenibilidad de los regadíos.

2 PRINCIPIOS DE DISEÑO Y VIAVILIDAD DE LAS MEDIDAS

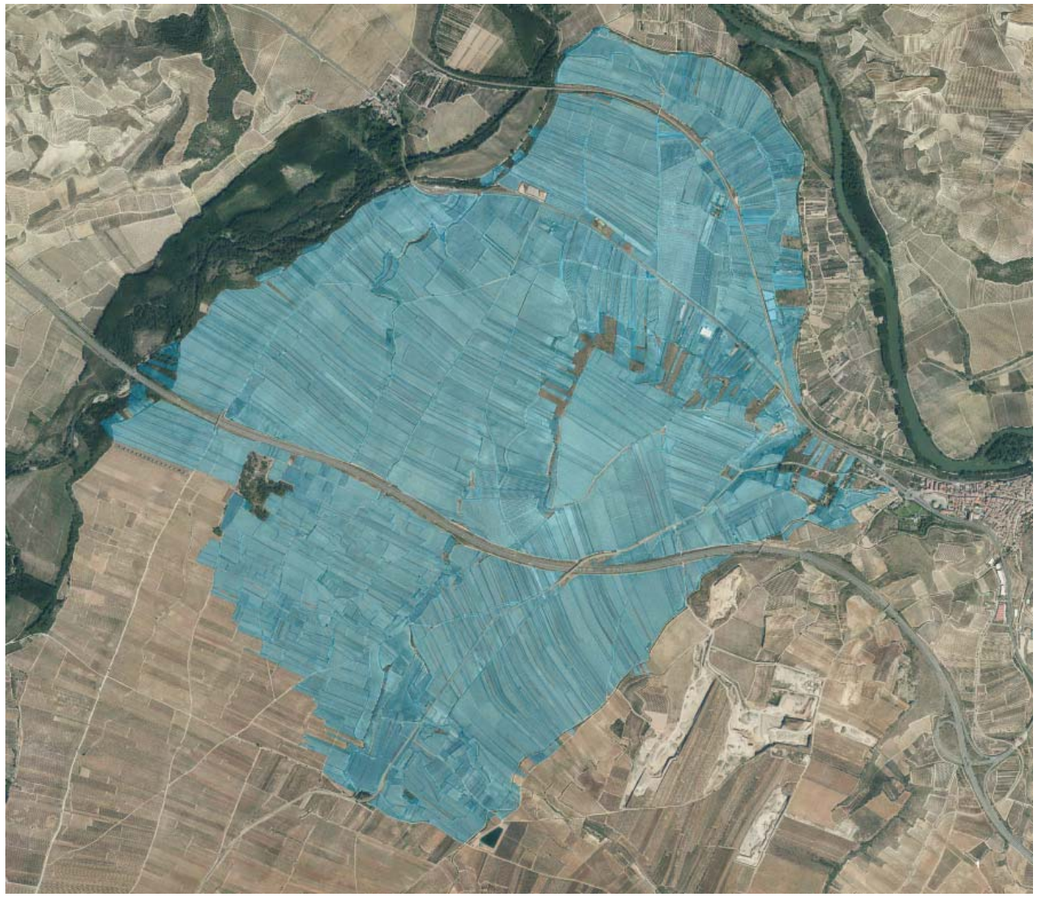
En este apartado se describen los requisitos de viabilidad en función del suelo y el cultivo.

Los aspectos más relevantes para la instalación y uso de los sensores son aquellos que dependen del suelo (características físico-químicas, textura y morfología del terreno)

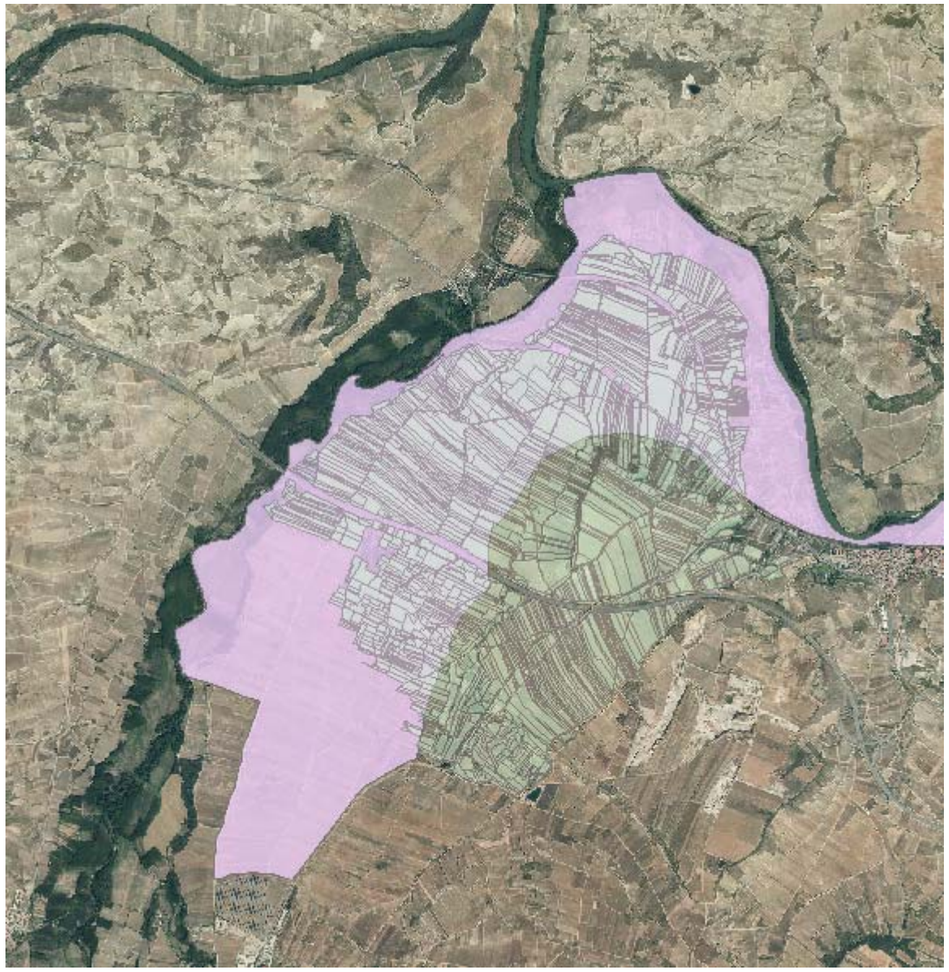
Para conocer los suelos de la zona de proyecto nos hemos basado en el mapa de suelo del Instituto Geográfico Nacional.

3 TÉCNICAS DE ABASTECIMIENTO

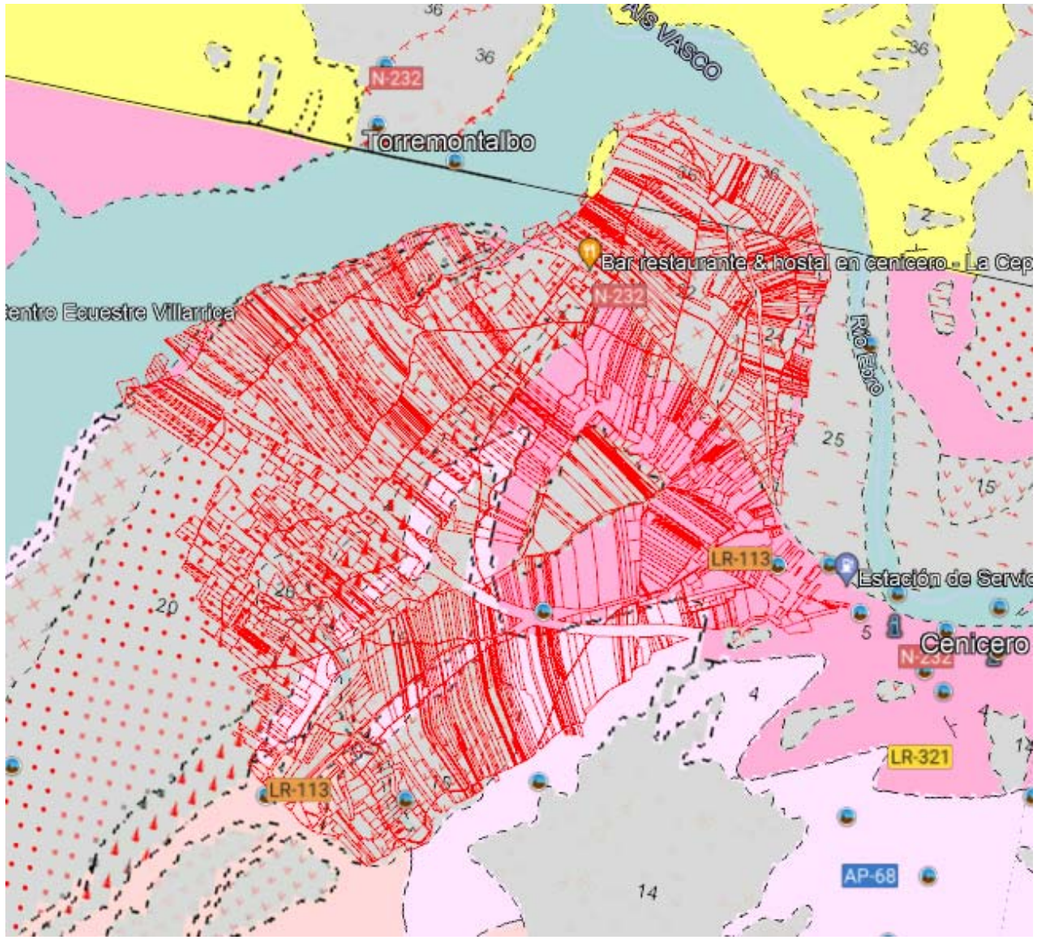
La zona regable se abastece directamente del Canal de la margen derecha del río Najerilla. Este canal se abastece directametne desde el río Najerilla, aguas arriba de la ubicación.



La zona regable, se ubica dentro de los siguientes limites, por su lado este se limita en el canal de la margen del río Najerilla, por el oeste por el río Najerilla, por el norte por el río Ebro y por el sur en el límite del término municipal de Cenicero. La orografía del terreno presenta una tendencia principal plana con descenso hacia el río Najerilla, pero presenta dos zonas elevadas en forma de plana.



De la superficie regable, una parte se ve afectada por la calificación de zona vulnerable a nitratos, concretamente el 58% de la superficie regable como puede apreciarse en la imagen previa. Lazona afectada es la más próxima a los cauces de los ríos Najerilla y Ebro.



De forma previa se observa el plano de cartografía geológica de la zona de actuación.

3.1 APLICACIÓN DIRECTIVA 1

Se describe los detalles particulares en cuanto a la implantación de la medida a adoptar en los sistemas de riego y el diseño del sistema a nivel de comunidades de regantes.

Riego por goteo superficial y aspersión:

En todos los cultivos leñosos regados por goteo superficial y riego por aspersión, se establecerán 3 unidades de equipos con sondas a tres profundidades en cada punto de muestreo por cultivo y cada 50 ha. Cada unidad se instalará en puntos lo suficientemente separados entre sí como para abarcar la posible variabilidad del suelo dentro de una unidad homogéneo.

En todos los cultivos hortícolas regados por goteo superficial y riego por aspersión, se establecerán 3 unidades de equipos con sondas a dos profundidades en cada punto de muestreo por cultivo y cada 50 ha. Cada unidad se instalará en puntos lo suficientemente separados entre sí como para abarcar la posible variabilidad del suelo dentro de una unidad homogéneo

Riego por goteo subterráneo.

En todos los cultivos (leñosos y hortícolas) regados por goteo subterráneo, se establecerán 3 unidades de equipos con sondas a tres profundidades en cada punto de muestreo por cultivo y cada 50 ha. Cada unidad se instalará en puntos lo suficientemente separados entre sí como para abarcar la posible variabilidad del suelo dentro de una unidad homogéneo

Ampliación de la superficie regable total: 949,10 ha.

Se plantea una alternativa de cultivos para conocer las necesidades de riego con las cuales se dimensiona la red de riego. Se han considerado los cultivos predominantes en la actualidad, disponiéndose un importante porcentaje de cultivos leñosos. Además de tener en consideración las preferencias de los agricultores. La consideración realizada en cuanto a distribución de cultivos es la que se muestra a continuación:

CULTIVO	DISTRIBUCION	
	Superficie %	Superficie (has)
Viña	97,0%	920,63
Cebada	1,2%	11,39
Manzano	0,8%	7,59
Olivo	1,0%	9,49
TOTAL	**100%**	**949,10**

Cultivo Leñosos: 937,71 ha = 98,8 %

Cultivo hortícola/herbaceos: 11,39 ha = 1,2%

El riego será goteo superficial en los cultivos leñosos, en los herbáceos se espera el riego por aspersión.

Aplicando la Directriz Nº 1, se estima el número mínimo de equipos necesarios para cada zona de cultivo:

Teniendo en cuenta que la zona del proyecto, dispone de una parte de la misma en zona vulnerable a nitratos, correspondiendo a zona vulnerable el 58% de la superficie regable, el restante 42% no se encuentra en zona vulnerable a nitratos:

Nº equipos: Sup goteo superficial- leñosos/hortícola (ha) 4 equipos/50 ha = 949,10 X4/50 = 76 ud

Se requiere un mínimo de 75 equipos de control de la humedad (con sondas a tres o dos profundidades, dependiendo del tipo de cultivo)

Por presupuesto insuficiente, se toma el criterio de reducir la superficie al 25% del total, tal y como contempla la directriz 1.

Se aplicará la recomendación de la propia directriz, para estos casos:

"Localizar una zona concreta en la que se pueda realizar una monitorización demostrativa para el resto de la comunidad de regantes, con una superficie de al menos el 25% del total de la comunidad. La zona elegida debe ser lo más representativa posible, englobando la máxima variabilidad de características físico-químicas del suelo y, también, de cultivos representativos de esa comunidad de regantes".

"Adicionalmente, cuando no se trate de una zona vulnerable a contaminación por nitratos, en esta parcela demostrativa se podrá reducir a 2 unidades de equipos cada 50 ha siempre que se instalen equipos que garanticen la máxima fiabilidad de las medidas"

Si el cultivo se sitúa en zonas vulnerables por contaminación difusa producida por los nitratos se realizará el siguiente protocolo:

- *El número de puntos de muestreo se establecerá de acuerdo a la superficie de la explotación, y para superficies por encima de 10 ha. Así se dispondrá, como mínimo, de tres puntos para aquellas explotaciones con una superficie entre 10 y 20 ha, cuatro puntos para superficies entre 20 y 50 ha, y cinco puntos para superficies mayores a 50 ha. Los emplazamientos deberán elegirse de conformidad con la Administración Autonómica competente, para que resulten representativos de la tipología del suelo existente y los tipos de cultivo implantados.*
- *Para explotaciones menores a 10 ha se seguirán las recomendaciones realizadas a través de la Comunidad de Regantes a la que pertenezcan, pero, en todo caso, se deberá disponer al menos de un punto de muestreo cada 5 ha.*

Se aplica a una zona concreta la monitorización demostrativa para el resto de la comunidad de regantes en una superficie del 25%.

Según el servicio de infraestructura de datos espaciales ((IDE) la zona afectada por el proyecto vulnerable a contaminación por nitratos es la totalidad de la zona, 949,10 ha.

Tomando un 25% de las hectáreas totales dependiendo del tipo de cultivo:

Cultivo Leñosos: Número de equipos ((949,10 ha x 0,25) x 4 equipos) / 50 ha = **19 unidades de equipo con sondas a 3 profundidades**

Se dividen en parcelas de 50 ha, instalando 4 unidades de equipo, a 3 profundidades en cultivos leñosos.

1.1 INSTALACION EN SISTEMAS DE RIEGO

Riego por goteo cultivo leñoso:

Se controlará la humedad en 3 profundidades de forma que garantice un adecuado manejo del riego mediante el control del contenido de agua en la zona de máxima actividad radicular y a una profundidad de suelo que sobrepase la capacidad de extracción radicular, de modo que pueda servir de referencia para conocer si se está realizando una adecuada gestión del riego.

Las profundidades recomendadas, según la directriz, para instalar cada uno de los sensores son:

- 1 profundidad: 25 cm (rango de 20-50 cm)
- 2 profundidad: 50 cm (rango 45-60cm)
- 3 profundidad: (rango 70-90 cm)

En cuanto a la distribución espacial en superficie de los sensores, en términos generales se recomienda una separación entre el emisor y el sensor de 20 cm. Esta distancia podrá variar en función de la textura del suelo y por ende de la forma del bulbo húmedo. Siendo el terreno que nos ocupa predominantemente gravas los sensores deben colocarse a 10-15 cm del emisor, se ajustará en su caso en cada punto según el suelo de la zona.

Se deberá tener en cuenta también el marco de plantación y el diseño de la instalación de riego, debiendo estudiarse cada unidad previa a su colocación.

Riego por aspersión cultivo herbáceo:

Se controlará la humedad en 2 profundidades ya que la mayor actividad radicular se produce en los primeros 60 cm del suelo.

- 1 profundidades: (rango 20-30cm)
- 2 profundidad: (rango 50-60 cm)

Los equipos planteados, se podrán conectar mediante cable a la remota del hidrante asociado a la parcela, o en su caso mediante tecnología GPRS o similar que evitará los cables, y facilitara las labores agrícolas.

4 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS EQUIPOS A INSTALAR

- Sonda sin cables y con batería interna de alta capacidad.
- Diseño encapsulado.
- Forma puntiaguda para permitir una instalación fácil.
- Sensores precalibrados con posibilidad de configuración
- Envió de datos mediante cable a la remotra del hidrante o a internet vía GPRS.
- Resolución humedad = 1: 10000
- Precisión de humedad +/- 0.03% vol.

Recomendaciones para la instalación

• Evitar zonas no representativas (seleccionar las zonas representativas con la ayuda de mapas de CE aparente del suelo si es posible, en caso contrario, a través de la experiencia del agricultor).
• Realizar un riego copioso el día previo a la instalación para facilitar la introducción de las sondas en el suelo, aunque se debe evitar que el suelo esté totalmente saturado.
• Las sondas han de instalarse a aproximadamente entre 10-20 cm del gotero y sobre suelo nivelado para propiciar que el bulbo húmedo sea lo más simétrico y uniforme posible.
• Evitar, en la medida de lo posible, que existan bolsas de aire entre el suelo y la sonda, es decir, asegurar un contacto total entre las varillas y la matriz del suelo.
• Si en algún momento existe dificultad para introducir la sonda en el suelo, no golpearla para evitar dañar su electrónica.
• Usar la plantilla guía que suministra el fabricante para asegurar que las diferentes varillas se introducen de forma correcta en el suelo. Para fijar la guía a la pared del suelo se pueden utilizar clavos.
• Dejar lo más recta posible la pared del hoyo en la que se van a instalar las sondas para asegurar la correcta instalación de las mismas.
• En el caso de instalar varias sondas a diferentes profundidades, procurar que estén alineadas las unas con las otras. Asimismo, colocar primero la sonda situada a mayor profundidad y, por último, la situada más superficialmente. Por otra parte, se deben marcar los cables de tal manera que, una vez cerrado el agujero en el suelo, se sepa a qué sonda corresponde cada cable.
• Evitar la destrucción tanto de la estructura original del suelo como de raíces activas.
• Reconstruir el suelo manteniendo la estructura y las capas originales. Para ello, se debe destinar la tierra que se ha sustraído durante la formación del hoyo para usarla posteriormente para cubrirlo y de esta forma alterar lo mínimo posible las condiciones del suelo.
• A la hora de cubrir el hoyo, se hace necesario compactar gradualmente la tierra, para ello se debe proceder echando unas cuantas palas de tierra y posteriormente compactarla cuidadosamente. Es muy importante que el suelo tenga un nivel de compactación lo más similar posible al que tenía antes de realizar el hoyo, para evitar la formación de canales preferenciales de infiltración de agua.
• En el caso de que la tierra esté muy seca, se recomienda mojarla un poco para facilitar su compactación.
• Evitar que al cubrir el hoyo pueda caer alguna piedra que pueda dañar las sondas y señalizar la zona de instalación para evitar que nadie o nada la pise.
• Dejar un tiempo posterior de estabilización del suelo. Es decir, dejar pasar unos cuantos riegos antes de tomar los primeros datos.

5 METODOLOGIA DE LECTURA E INTERPRETACION DE LOS DATOS Y SU APLICACION

Para la interpretación de datos lo que debe primar es la evaluación técnica y evaluación y adecuación de los equipos utilizados en cada caso en cuestión, creando un modelo de estudio de los datos obtenidos extrapolables a otras zonas.

Es importante señalar que, en el caso de no disponer de una calibración de los sensores en el terreno en el que se instalen, se recomienda emplear valores relativos frente al máximo registrado (dividiendo las lecturas del sensor entre el valor máximo registrado por el propio sensor durante la época de lluvias). Además, podemos indicar que la evolución en el tiempo de los registros que ofrecen estos sensores supone una valiosa información para determinar si el riego durante la campaña fue adecuado o no.

Se recomienda, para analizar los datos de contenido volumétrico de agua en el suelo, seguir los siguientes pasos:

Un personal responsable de cada Comunidad de Regantes debe supervisar la recogida de datos de las medidas de los equipos instalados y también de las aplicaciones de riego diarias/semanales realizadas en la parcela durante un período de tiempo suficientemente representativo (por ejemplo, periodicidad bimensual) para su posterior análisis.

Tras el análisis de esta información, se podría conocer si se está llevando a cabo un uso óptimo de la información generada en la gestión del riego de la parcela del comunero de cada CR.

En este sentido, se debe presuponer que el personal técnico adaptará la toma de decisiones en la programación del riego a partir de las medidas que obtenga de los equipos, desechando o dando mayor valor a los sensores que él crea que peor o mejor están relacionándose con el estado hídrico y desarrollo del cultivo (se parte de la premisa de que el personal técnico siempre tiene en consideración las medidas de los sensores para la programación del riego).

A partir de dicha información, informen de las recomendaciones de riego al agricultor para que éste decida finalmente la dosis de riego a aplicar.

Para corroborar y/o poder adoptar una decisión apropiada, la recomendación sería realizar una lectura rápida de las medidas de contenido volumétrico de agua en el suelo, y si estos valores superaran el 40% de humedad, al ser muy elevados (bajo la premisa de un suelo de textura franco-arcillosa y adecuada calibración a la solución del suelo) podría tener indicios de posible sobre-riego del cultivo. En el caso de cultivos leñosos, la medida del sensor a la máxima profundidad (70-90 cm) sería de gran utilidad para poder tomar una decisión al respecto. En el caso de que no se disponga de una calibración de las sondas, se debe relativizar el valor frente al máximo registrado. Por ejemplo, si a 25 cm el valor máximo es 50%, una lectura de 40% supondría un 0.8. Cuando el valor de esta sonda baje de 0.7 se debería regar (no obstante, los umbrales deben fijarse dependiendo del cultivo y el tipo de suelo).

Hay que tener en cuenta que la saturación máxima es del 50-52% en suelos de textura franco-arcillosa, y que estos valores únicamente se podrían alcanzar en niveles muy superficiales del perfil de suelo y justo después de regar o tras una lluvia copiosa.