

# Modificación de la temperatura del sustrato de un green mediante la energía geotérmica

FRANCISCO ALLO GUTIÉRREZ  
*Greenkeeper de Rioja Alta Golf Club y Director Técnico de la empresa Olagolf y Selprats*

**H**a desarrollado un sistema de atemperamiento del sustrato de un green aplicando las temperaturas del subsuelo (energía geotérmica). Este ensayo se ha llevado a cabo en el campo de golf Rioja Alta Golf Club en un green construido exclusivamente para ello. Dentro del sector de las áreas verdes y más concretamente en

**ENERGÍA GEOTÉRMICA**  
 Utilizar la temperatura que existe en la profundidad del terreno para modificar la influencia de la temperatura ambiental sobre los greens

el césped deportivo, en España seguimos los pasos de otros países más punteros como Estados Unidos, importando y utilizando sus técnicas de cultivo y su tecnología. Pero quizás, sea cuestión de plantearnos si podemos marcar una tendencia más creativa e innovar por nuestros propios medios para resolver los problemas cotidianos que nuestro trabajo nos plantea. Ideas que a la vez se puedan exportar demostrando nuestra

competitividad. Está claro que no se dispone de grandes presupuestos para I+D+I y la innovación nos exige un gran esfuerzo, a veces incluso echar mano del ingenio para convencer a empresas privadas capaces de colaborar económicamente en nuestro proyecto.

Es así, de las necesidades a causa de las inclemencias del tiempo en Rioja Alta Golf Club, cómo surge la idea de la aplicación de la energía geotérmica a la modificación de la temperatura del sustrato donde se desarrolla el césped. Es decir, de utilizar la temperatura que existe en la profundidad del terreno para modificar la influencia de la temperatura ambiental sobre los greens.

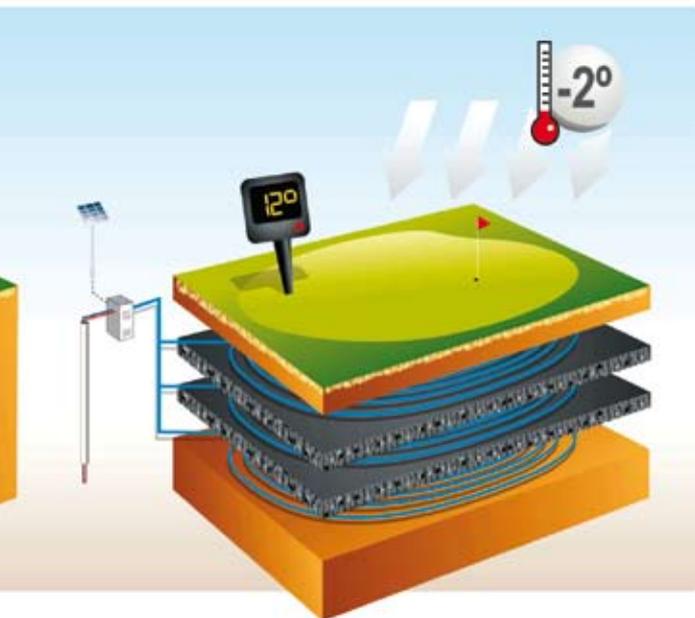
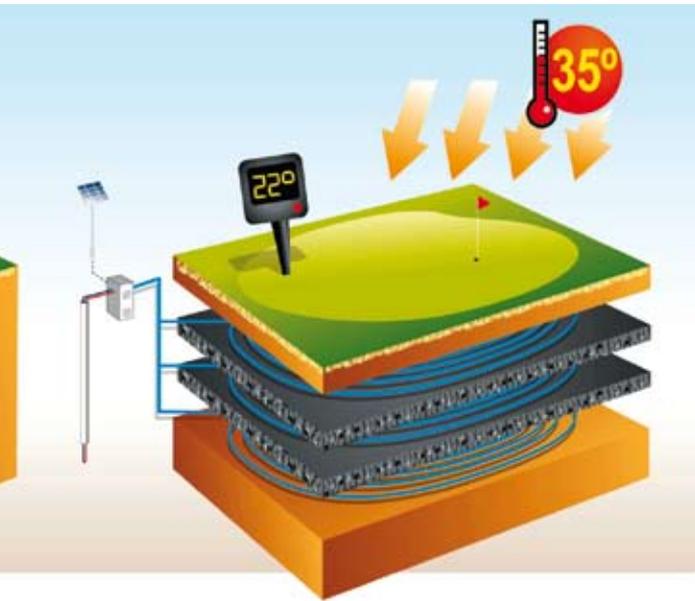
## NECESIDADES Y OBJETIVOS

El desarrollo del ensayo se lleva a cabo en el campo de golf de Rioja Alta Golf Club (Cirueña, La Rioja), a una altura de 740 m sobre el nivel del mar. En estas latitudes y con dicha altitud se registran datos extremos térmicos anuales oscilando desde los  $-8^{\circ}\text{C}$  hasta los  $37^{\circ}\text{C}$  en verano. Además los inviernos suelen traer puntualmente nevadas copiosas que a veces superan los 10 cm de espesor, primaveras lluviosas y veranos secos.



**Ilustración 1.** Comparativa de diseño entre green convencional y green con sistema paramodificar la temperatura mediante la energía geotérmica.

Sin embargo, a pesar de la temperatura, la mayor parte de los días de invierno aparecen soleados y con posibilidades de practicar el golf, aunque no se permite la apertura de los greens al juego ya que permanecen helados hasta bien entrada la mañana incluso, a veces, durante días completos. Esto hace que disminuyan consi-



derablemente los ingresos del club durante todo el periodo invernal.

Desde el punto de vista técnico, se crea un escenario de estrés para la planta que provoca pérdidas importantes del sistema radicular tanto en verano como en invierno, disminuye el crecimiento de la parte aérea (peor recuperación), etc.

Modificando artificialmente la temperatura en el sustrato de los greens a valores apropiados se pueden alcanzar diferentes objetivos marcados:

La mayor parte de los días de invierno aparecen soleados y con posibilidades de practicar el golf. Esto hace que disminuyan considerablemente los ingresos del club durante todo el periodo invernal

Con temperatura superior a 0° C, los greens no permanecerán helados, y será posible su apertura al juego, mejorando de este modo los ingresos derivados de los jugadores. Es cierto que el resto del campo permanece helado pero el trastorno que se produce en el campo es casi despreciable si se compara con el daño que se puede ocasionar en el green, más si cabe si se realiza una limitación del tráfico con buggie en calles. Además sería inviable hacer una instalación para modificar la temperatura a nivel general del campo.

Con temperaturas suficientes como para provocar una buena actividad radicular en el sustrato, se puede obtener tanto en invierno como en pleno verano un sistema radicular voluminoso y profundo con todas las ventajas que ello conlleva: mayor recuperación respecto a enfermedades y plagas, posibilidad de incrementar la velocidad en los greens, menor consumo de agua, mejor salida de estados metabólicos latentes o semilataentes, mayor asimilación nutricional, etc.

## Sistema

En la actualidad ya existen sistemas de calefacción, en campos de fútbol principalmente, para modificar la temperatura a nivel del sustrato del césped. Suelen ser montajes con un termostato que al bajar la temperatura de un mínimo indicado (0°C) se activan con un quemador de gas o diesel. El problema de estos métodos es

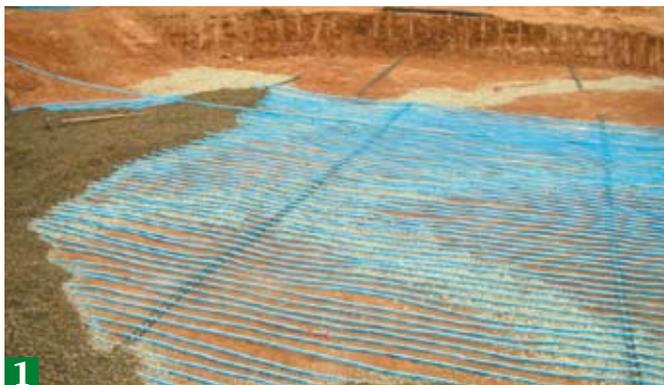
el enorme consumo de energía que necesitan y trasladado en términos económicos solo están justificados en casos muy concretos.

Con el método que se describe a continuación, se trata de modificar la temperatura del sustrato del green utilizando la climatización geotérmica, sin ningún aporte energético adicional. Es decir, un green que se regule de forma autónoma. De esta forma nos permitirá mantener temperaturas adecuadas al nivel requerido utilizando una fuente de energía renovable, con escaso impacto ambiental y defendible ante los impactos mediáticos que continuamente persiguen nuestro sector.

La temperatura del subsuelo a partir de 3 m de profundidad es constante y oscila entre los 14 y 16° C dependiendo de la latitud, con un gradiente de 3° C cada 100 m. En el Campo de Golf de Rioja Alta la temperatura geotérmica es de unos 14° C cuando la temperatura ambiental oscila entre los -8 y los 37° C. Por tanto, se trata de transmitir la temperatura del subsuelo al sustrato del green utilizando agua como vehículo conductor (el agua tiene mayor calor específico que otros líquidos).

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para llevar a cabo el experimento, se construyó un green siguiendo la normativa USGA, sin capa intermedia. Se realizó una caja de 50 cm de profundidad compactada, y se reali-



**Fotos 1 y 2.** Instalación de la capa de tuberías para el recorrido del agua procedente de los pozos, en contacto con la base del green.

**Fotos 3 y 4.** Instalación de la capa intermedia, en mitad de la capa de gravas, de tuberías para la conducción del agua.

zó el sistema de drenajes subterráneo. El green se sembró con *Agrostis Estolonífera* y se realizaron todas las operaciones de cultivo hasta tenerlo totalmente cerrado a una altura de siega de 3 mm antes de comenzar con la toma de datos.

### Descripción de dispositivo

Para transmitir la temperatura al sustrato del green se instalaron tres capas horizontales de tubería de PE de 20 mm de diámetro en

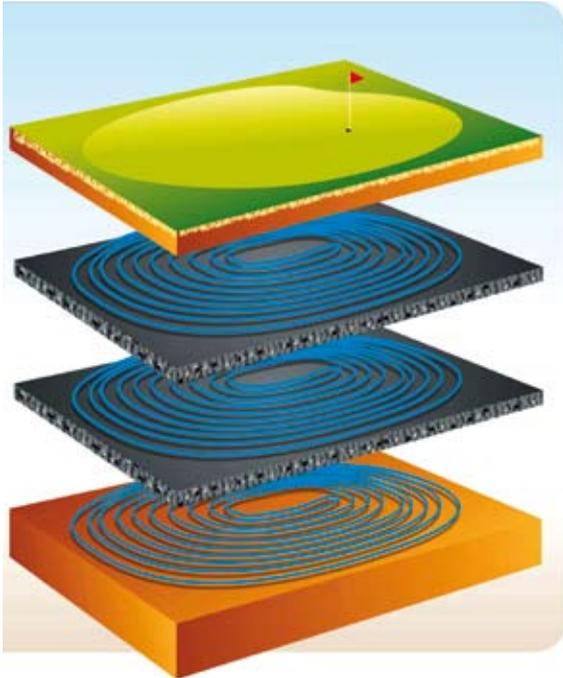
forma de “rejilla” (como un suelo radiante) a diferentes alturas en la capa de gravas completando un ciclo cerrado con dos intercambiadores de calor alojados en sendos pozos de 100 m de profundidad por donde circula el agua.

La capa más profunda de tubos de PE se situó en el fondo de la capa de gravas, en contacto con el límite de la caja del green y con una separación horizontal entre tubos de 10 cm (fotos 1 y 2). La capa inter-

media de tuberías de PE se instaló 10 cm por encima de la primera, en mitad de la capa de gravas y con una separación horizontal entre tubos de 20 cm (fotos 3 y 4). Por último, la capa más alta de tubos de PE se alojó a 10 cm de la anterior, justo en el límite con la mezcla de arena+turba y con una separación horizontal entre tubos también de 20 cm.

El conjunto de tubos finos (20 mm de diámetro) de PE se conectó a otro conjunto de tuberías también de PE de 1¼” de diámetro, que se alojan en dos pozos de 100 m de profundidad haciendo la función de intercambiadores de temperatura. De tal forma que el agua permanece en el sistema moviéndose continuamente transmitiendo la temperatura de las capas más profundas a la capa de gravas procurando que esta funcione a modo de resistencia transmitiendo el calor a la capa inmediatamente superior, la capa de mezcla arena+turba donde se encuentran las raíces del césped. El movimiento del agua se genera mediante una bomba eléc-

La importancia que podría cobrar este sistema en el césped deportivo, con el valor añadido de tratarse de un sistema limpio y sin perjuicio contra el medioambiente además de económicamente viable



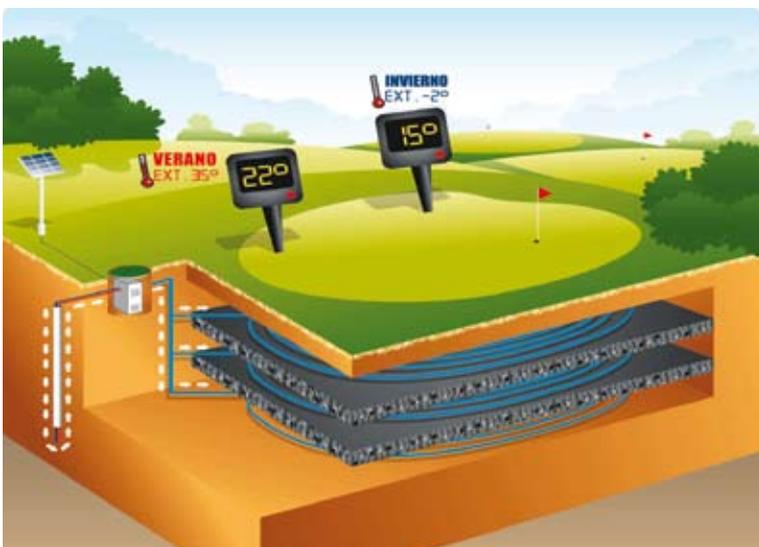
**Ilustración 2.** Detalle de instalación de las capas de conducciones para el recorrido del agua, en la capa de gravas de construcción del green.



**Foto 5.** Conexiones entre las tuberías de las capas de gravas en el green con el sistema de transmisión de energía geotérmica.



**Foto 6.** Estado final de la capa de gravas con las conducciones en el interior, antes de depositar la capa de mezcla (arena+turba).



**Ilustración 3.** Detalle final de la instalación de transmisión de energía geotérmica.

trica de 0,2 kw. Esta bomba actualmente está conectada a la red eléctrica junto con un cuadro de toma de datos (para obtener datos para el ensayo) aunque la idea final es que obtenga la energía de una placa solar instalada para tal fin.

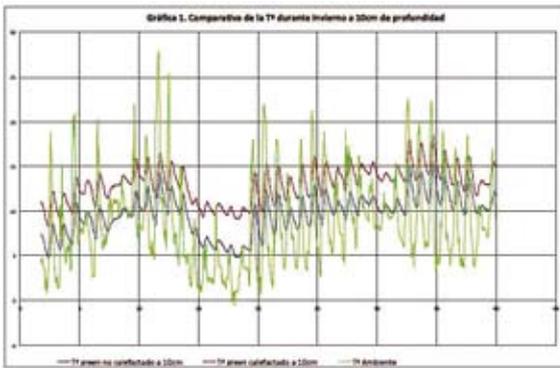
De esta forma se pretende que el sistema sea capaz de modi-

ficar la temperatura del sustrato del green de forma totalmente autónoma, simplemente con el uso de las energías renovables y acorde con las pretensiones de futuro generalizadas a nivel mundial.

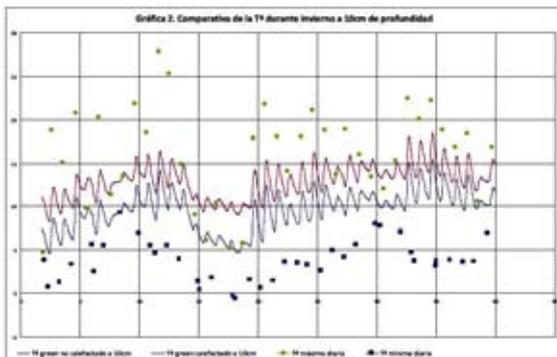
Como el interés de este ensayo viene marcado por la di-

## **RESULTADO** Queda patente la efectividad del sistema en cuanto a las transmisión de temperaturas de las capas inferiores a la zona de actuación

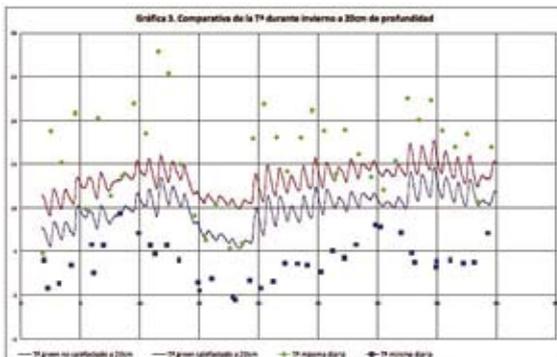
ferencia de temperatura en el sustrato entre un green de construcción convencional y un green atemperado con nuestro sistema, se instalaron varias sondas de control de temperatura a distintos niveles de profundidad tanto en el green con el montaje como en un green cercano (hoyo 16, a 35 m) además de otras para el control de la temperatura de entrada y salida del agua proveniente de los pozos a las tuberías del green. Las sondas de los greens se instalaron por duplicado a 10 cm, 20 cm y 30 cm de profundidad. Todas ellas envían los datos a un cuadro de registro y este a su vez al ordenador de mantenimiento donde se realiza el tratamiento de datos con las lecturas tomadas. Así establecemos comparativas reales que nos indican la viabilidad del proyecto. De igual modo, existe un espacio en el servidor del Club Rioja Alta donde se puede ver la temperatura de cada sonda en tiempo real.



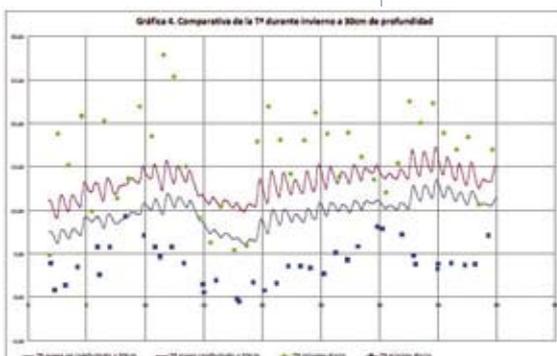
**Gráfica 1.** Comparativa de la Tª durante invierno a 10cm de profundidad.



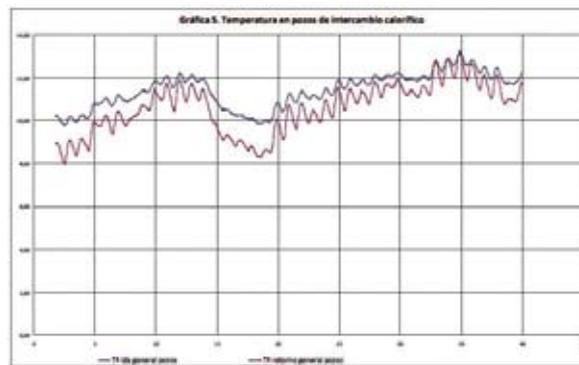
**Gráfica 2.** Comparativa de la Tª durante invierno a 10cm de profundidad



**Gráfica 3.** Comparativa de la Tª durante invierno a 20cm de profundidad



**Gráfica 4.** Comparativa de la Tª durante invierno a 30cm de profundidad



**Gráfica 5.** Temperatura en pozos de intercambio calorífico.

Las comparativas se establecen para cada hora del día y en cada nivel de profundidad en que se encuentra cada sonda

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tratamiento de datos que se ha seguido, en todos los casos, ha sido realizando comparativas entre el green atemperado (con la instalación geotérmica) y el green del hoyo 16 (green convencional). La toma de datos se hace cada hora y en cada sonda desde el día 20 de enero del 2011. Se están tomando datos durante el año 2012 que no están mostrados en el artículo ya que se va a esperar a concluir el año. Por lo tanto se tienen 24 datos diarios en cada sonda instalada y en cada green además de la temperatura ambiente. Es decir, las comparativas se establecen para cada hora del día y en cada nivel de profundidad en que se encuentra cada sonda. Para simplificar la gran cantidad de datos obtenidos se ha elaborado una gráfica comparativa entre cada capa del sustrato en la que además se refleja la temperatura ambiente.

Como la tendencia del sistema es a mantener una temperatura en el sustrato, más o menos, constante a pesar de la temperatura ambiental se marcan dos periodos importantes y claramente diferenciados: la época fría (invierno) y la época cálida (verano). Por esta razón tam-

bién se dividen los periodos de toma de datos y se plasman por separado.

Los primeros datos a comparar son de los primeros 40 días de funcionamiento del sistema a partir del 1 de febrero del 2011. Es decir, de la época fría desde el momento en que se tienen datos fiables. Es importante destacar que los valores de los primeros diez días de funcionamiento se desprecian por ser un periodo de inercia para el sistema a partir del cual los equipos se estabilizan junto con la temperatura a nivel del sustrato.

La gráfica 1 refleja las líneas que marcan las diferentes temperaturas a 10 cm de profundidad además de la temperatura ambiente. Para facilitar esta lectura en las gráficas sucesivas (gráficas 2, 3 y 4) se marcan las líneas de temperatura de las sondas del sustrato y los puntos con las temperaturas máximas y mínimas diarias ambientales.

Como se aprecia en la gráfica 2 la diferencia de temperatura entre ambos greens, a 10 cm de profundidad, alcanza valores de hasta 5° C pero con marcados picos de temperatura que varían en función de la temperatura ambiental.



Fotos 7 y 8. Comparativa entre raíces en green con la instalación geotérmica (izquierda) y green del hoyo 16 (derecha).

En la gráfica 3 se ve como a 20 cm de profundidad se mantiene la misma tendencia en cuanto a la diferencia de temperaturas entre ambos greens pero con menor oscilación entre máximas y mínimas temperaturas que a 10 cm de profundidad.

En la gráfica 4, a 30 cm, se mantienen las diferencias de temperatura, siempre hasta 5° C más elevada en el green atemperado. Sin embargo, a medida que aumenta la profundidad, los picos de temperatura son menos marcados lógicamente por una menor influencia de la temperatura ambiental.

En la gráfica 5 se muestran las curvas de temperatura del agua tanto de entrada como de

salida del green atemperado hacia los pozos donde se hace el intercambio de energía geotérmica. Aquí se puede ver como a medida que aumenta la temperatura, las diferencias son menores ya que se acercan a la temperatura del fondo de los pozos.

Los resultados obtenidos en la época cálida (verano) todavía no reflejan diferencias muy significativas ya que durante el año 2011, el verano ha sido suave y no se han producido temperaturas muy elevadas excepto en los días 26 y 27 de junio con 37° C y el 2 de julio con 36° C ambientales en los que la diferencia en el sustrato fue de hasta 3,7° C inferior en el sustrato del green atemperado con respecto al green convencional.

**VENTAJA**  
La longitud y volumen de las raíces en el green intervenido es mucho mayor que en el convencional

## CONCLUSIONES

Queda patente la efectividad del sistema en cuanto a la transmisión de temperaturas de las capas inferiores a la zona de actuación. Hay una clara diferencia entre el green con la instalación geotérmica y el green convencional. Está claro que el campo seguirá sin poder jugarse los días extremos de temperaturas como pueden ser de hasta -8° C en este caso, pero en general los greens estarán sin hielo en los días soleados de hasta -2° C a primera hora de la mañana, condiciones en las que se puede practicar el golf incluso terminan siendo días muy agradables y que no se pueden aprovechar en greens convencionales.

Además, como se podía prever, la longitud y volumen de las raíces en el green intervenido es mucho mayor que en el convencional con las enormes ventajas que esto plantea desde el punto de vista del cultivo.

Por otro lado, la aplicación podría tener especial interés en estadios de fútbol, rugby, etc. ya que en latitudes con inviernos fríos (norte de Europa, por ejemplo) es muy difícil la práctica de deportes coincidiendo con momentos destacados en el calendario de competiciones que, en la mayoría de los casos, se podrían amortiguar con esta instalación.

De aquí la importancia que podría cobrar este sistema en el césped deportivo con el valor añadido de tratarse de un sistema limpio y sin perjuicio contra el medio ambiente además de económicamente viable.

## AGRADECIMIENTOS

-Rioja Alta Golf Club S.L. Por la construcción de un green completamente nuevo para realizar el ensayo asumiendo los costes.

-SAPJE, empresa dedicada a instalaciones geotérmicas, por la instalación de todo el sistema de geotermia del ensayo asumiendo los costes.-Federación Riojana de Golf, por el seguimiento y apoyo durante todo el ensayo. ■

La aplicación podría tener especial interés en estadios ya que en latitudes con inviernos fríos es muy difícil la práctica de deportes coincidiendo con momentos destacados en el calendario de competiciones