



Asociación Española de Greenkeepers, ha desarrollado este estudio con el objetivo de representar la evolución de la firmeza en los greens del Centro Nacional de Golf durante un período de 12 meses, evaluando la influencia de las distintas labores agronómicas, condiciones ambientales y uso de las instalaciones en la firmeza y el mantenimiento de los greens de este campo de golf.

Para ello se ha diseñado un protocolo de actuación con una serie de pautas a seguir para la correcta medición e interpretación de los indicadores a evaluar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Equipo de medición

La máquina CLEGG IMPACT SOIL TESTER CIST/883, comúnmente conocida como “El martillo CLEGG”, (Imagen 1) consiste en una cavidad cilíndrica por la que se deja caer una sonda de 500 gramos cuyo impacto sobre la superficie genera un impulso eléctrico que es medido por un acelerómetro de precisión acoplado a la sonda en su extremo superior y cuya magnitud es recogida en una pantalla digitalmente (Imagen 2).

La máquina dispone de dos tipos de sondas que pueden ser acopladas al sensor en función del estudio de firmeza que se desee realizar. Las dos combinaciones que se pueden realizar conforman un conjunto de



similar longitud en ambos casos y un peso global de 500 gramos:

La sonda de aluminio abovedada con el diámetro similar al de una bola de golf se utiliza para simular la caída de bola (Imagen 3).

La sonda de aluminio plana se utiliza para simular el put o la pisa del jugador (Imagen 4).

La magnitud del impacto depende de las características de la superficie del green y su valor viene expresado en unidades de Gravedad (Gm), donde $1G = 9,8 \text{ m/s}^2$, con un ratio de valores a medir entre 0 y 500 Gm.

Los datos medidos en los test de firmeza son almacenados en la memoria de la máquina y pueden ser

descargados inalámbricamente a través de un dispositivo Bluetooth.

Los Greens

Los 18 greens del Centro Nacional de Golf que se han utilizado para la realización de este estudio son de *Agrostis stolonifera* var. Brighton, construidos en 2005 según la metodología USGA y con una superficie media de entre 400-500 m².

Protocolo de actuación

A continuación se exponen las pautas seguidas durante el desarrollo del estudio:

MANUAL

Se ha diseñado un protocolo de actuación general con una serie de pautas a seguir para la correcta medición e interpretación de los indicadores a evaluar.

- El período de duración del estudio fue de 12 meses comprendidos desde el 15 de Julio de 2011 hasta el 15 de Julio de 2012.

- Se tomaron medidas semanales de la firmeza con la máquina CLEGG IMPACT SOIL TESTER CIST/883 en cada uno de los 18 greens del Centro Nacional de Golf. Se fijó un día de la semana y una hora del día para medir siempre en las mismas condiciones y se mantuvo así durante la totalidad del estudio.

- Siguiendo las recomendaciones del fabricante y con el objetivo de obtener resultados representativos de la firmeza de cada green, se realizaron 5 mediciones con cada sonda distribuidas a lo largo y ancho de la superficie de cada green. Siguiendo esta metodología se

pretende identificar que zonas de cada green son más susceptibles a la carga de trabajo y jugadores, cuales sufren mayor desgaste y, en consecuencia, qué directrices se han de seguir para su corrección y futura mejora.

- Se estableció una división imaginaria de cada green en cinco zonas, independientemente de la posición de la bandera, de forma que se tomaron dos mediciones en la parte delantera de cada green, una en la zona central y dos en la parte posterior de cada uno de ellos.

Además de llevar a cabo las mediciones de firmeza en los diferentes greens, se solicitaron semanalmente una serie de datos climáticos y técnicos para interpretar la influencia que puedan llegar a tener en la evolución de la firmeza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio original recoge un análisis individualizado, hoyo por hoyo, de los 18 greens del campo. Sin embargo, para la publicación de este artículo se ha decidido mostrar a modo de ejemplo tres hoyos únicamente: un par 3, un par 4 y un par 5.

Si bien se han tomado medidas con ambas sondas, plana y abovedada, es esta última la que de verdad interesa para el estudio puesto que simula la recepción de la bola en el green y el daño que ésta produce en función de la firmeza que presente el mismo. Considerando la bibliografía utilizada, se entiende por valores óptimos de firmeza los comprendidos entre 80 y 120 Gm para la sonda abovedada y de entre 100 y 140 Gm para la sonda plana. Durante la semana planificada para las labores de aireación no se llevaron a cabo mediciones, ya que los datos que se podrían obtener durante dicho periodo no serían representativos de la evolución media de la firmeza de los greens. Igualmente, tras estas labores y el posterior recobrado se requieren una o dos se-

manas para recuperar los greens totalmente y ofrecer una superficie de juego firme y rápida.

HOYO 1

El hoyo 1 es un par 5 de 528 metros, cuyo green se encuentra ligeramente elevado respecto a la calle. Éste tiene una pendiente ascendente con un desnivel muy marcado en la zona media que prácticamente divide al green en dos plataformas.

Al estar localizado en la zona más baja del campo, las bajas tem-

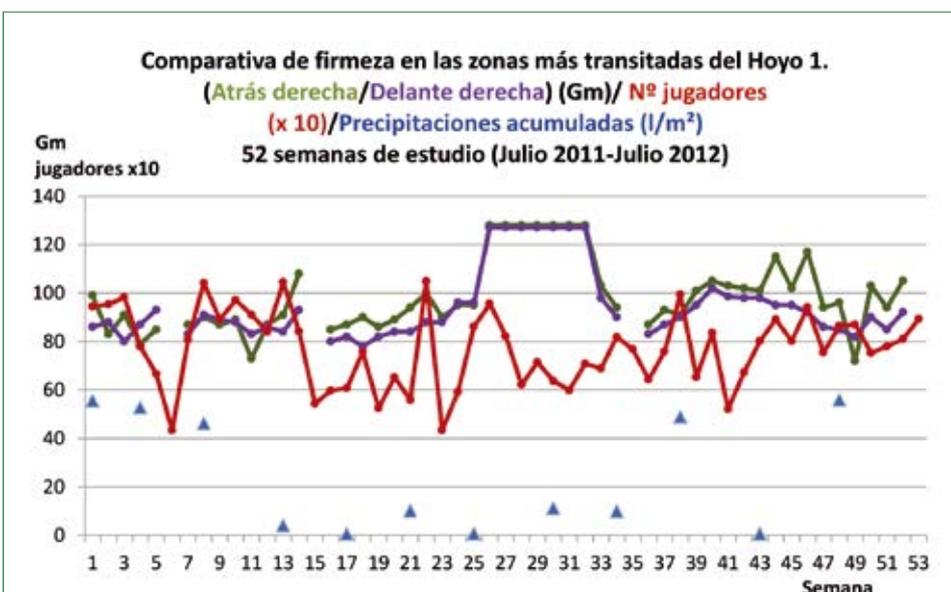
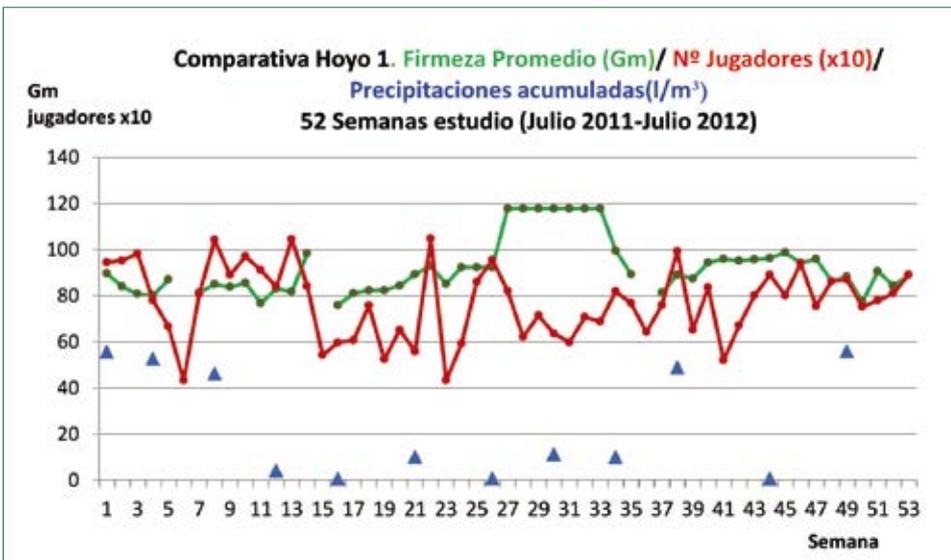
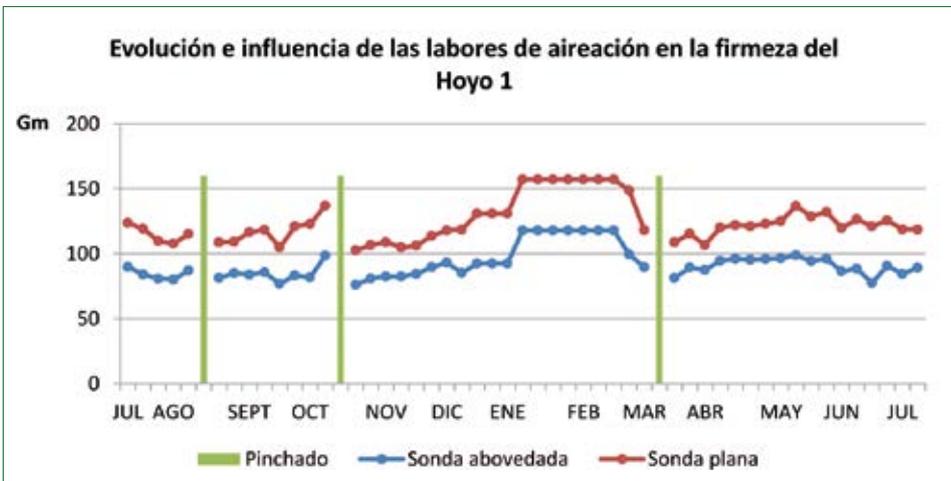
ESTUDIO INDIVIDUAL

El estudio original recoge un análisis individualizado, hoyo por hoyo, de los 18 greens del campo.

peraturas registradas en los meses de invierno obligan en numerosas ocasiones a proceder a la colocación de un green provisional en la zona de calle para permitir que el green se recupere a lo largo de la mañana conforme las temperaturas van ascendiendo.

Este gráfico genérico muestra la evolución de la firmeza (valores medios) frente al tiempo (semanas) en el hoyo 1, en el que se puede apreciar, al margen de la consistencia de las mediciones realizadas, dificultad de obtener





valores cercanos a 100 Gm (sonda abovedada) salvo en los meses de primavera. Particularizando para Julio y Agosto (2011) se observa una ligera tendencia de pérdida de firmeza, que repunta hacia valores óptimos tras realizarse las labores de aireación pertinentes en los meses de Agosto y Octubre. Posteriormente, desde comienzos de Noviembre, los valores de firmeza comienzan a ascender hasta que las condiciones climatológicas desfavorables (heladas) indican valores de green impracticable. De cara al inicio de la estación de crecimiento, el gráfico demuestra que el pinchado de Marzo favorece el posterior aumento de los valores de firmeza en el green.

Este gráfico, al igual que el anterior, incluye la evolución de la firmeza media (sonda abovedada) a lo largo de las 52 semanas de estudio, así como el número de jugadores y las precipitaciones acumuladas en cada una de las semanas. Se puede apreciar que el número de jugadores no afecta significativamente a la firmeza promedio del green, si bien hay ciertos periodos en los que se observa que a medida que aumenta su número, la firmeza también lo hace aunque ligeramente, si bien este dato es sólo significativo cuando el nº de jugadores está por encima de los 800 semanales, como se aprecia en el gráfico. No obstante, existen periodos en los que la firmeza disminuye a pesar de que el número de jugadores aumenta.

Este gráfico destaca la zona trasera derecha como la más firme de este green, debido en gran parte al grado de compactación que sufre por el tránsito de jugadores. Por el contrario la zona trasera izquierda suele ser la que presenta una superficie de juego más blanda y húmeda lo que ocasiona la presencia de musgo durante ciertos momentos del año.

HOYO 4

Se trata de un par 4 largo de 429 m de longitud cuyo green tiene 26 m de longitud y se encuentra elevado respecto al nivel de la calle, con un bunker situado en el margen izquierdo y un talud de gran

elevación y pendiente en la zona derecha del mismo.

Este gráfico muestra la evolución de la firmeza (valores medios) frente al tiempo (semanas) en el hoyo 4, en el que se puede apreciar el aumento de los valores de fir-

meza tras cada una de las labores de aireación, siendo más efectiva la realizada al inicio de la estación de crecimiento en el mes de Marzo. Posteriormente los valores se mantienen estables en torno a 100 Gm hasta la llegada de los meses más calurosos del año donde la elevada demanda hídrica originada por el aumento de las temperaturas y la consecuente aplicación de riegos nocturnos y diarios de refresco con manguera incrementaron el contenido de humedad del green y redujeron la firmeza del mismo. De igual modo, este green también estuvo expuesto a condiciones climatológicas desfavorables (heladas) que quedan reflejadas en el gráfico con valores de green impracticable durante los meses de Enero y Febrero.

Este gráfico, al igual que el anterior, refleja la evolución cons-



Primo Maxx – un césped tan bueno que todos quieren jugar

Mejore la calidad del campo creando un césped más fuerte, más sano, de raíces profundas y mejor tolerancia a la sequía.

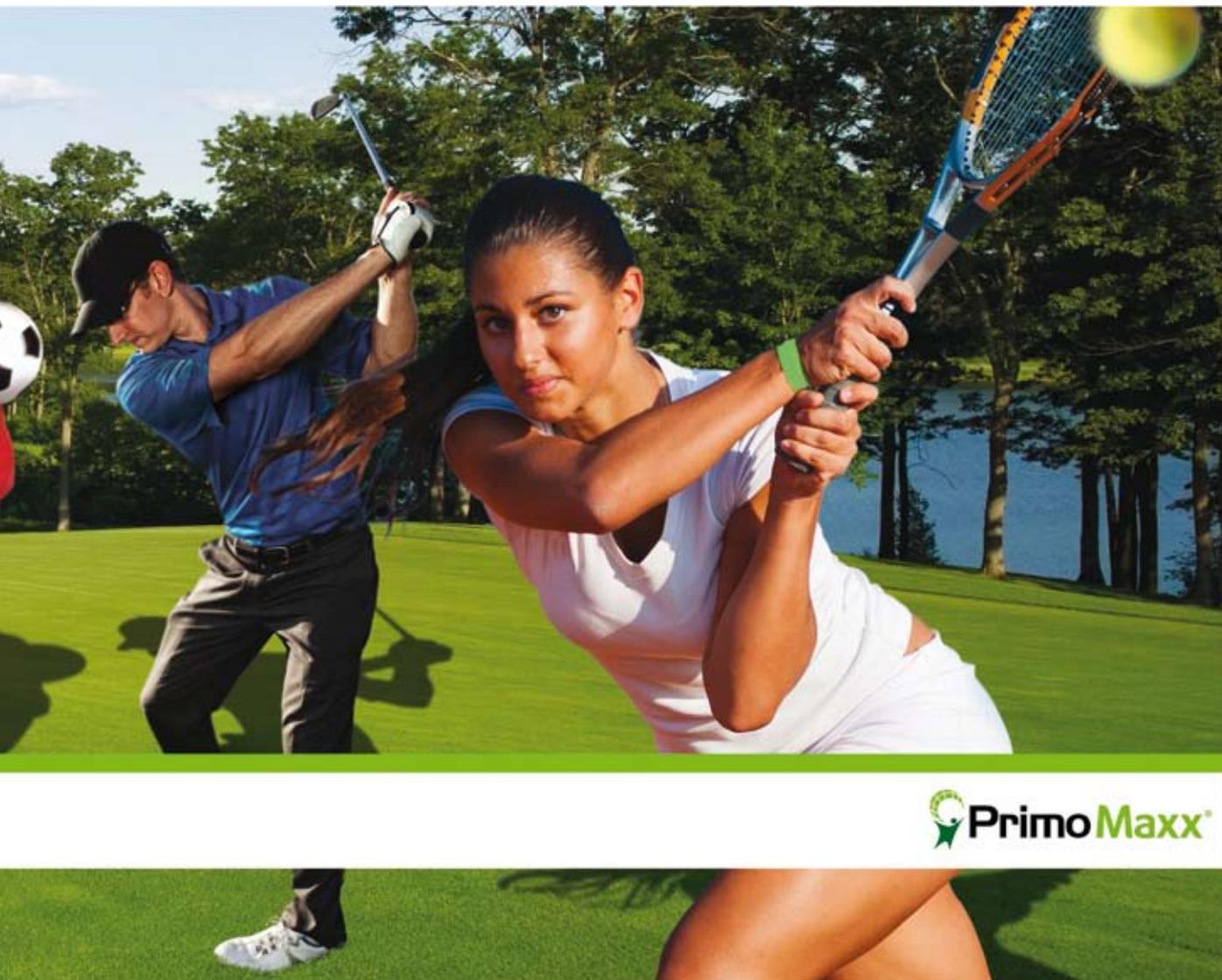
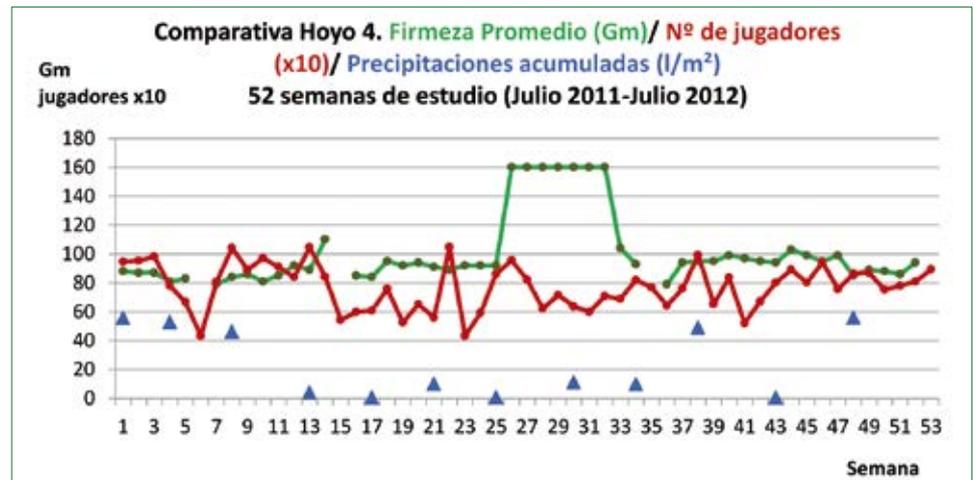


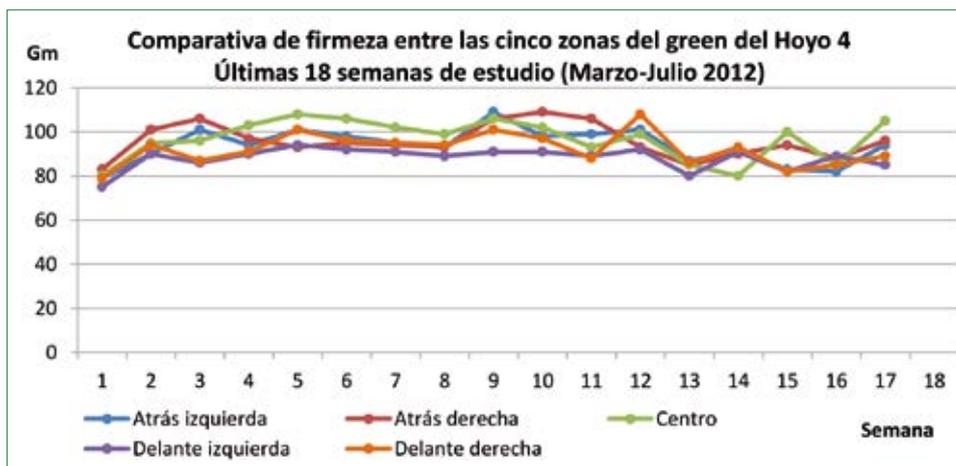
Evolución de la firmeza en los greens del centro nacional de golf

tante de la firmeza media (sonda abovedada) a lo largo de las 52 semanas de estudio, así como el número de jugadores y las precipitaciones acumuladas en cada una de las semanas. Se aprecia que el número de jugadores no afectó significativamente a la firmeza promedio del green, destacando un comportamiento notable de este green a lo largo de la estación de crecimiento con unos valores de firmeza óptimos, en torno a 100 Gm. Asimismo, este green también sufrió durante los meses invernales las heladas que afectaron al campo, por lo que junto con los tres primeros hoyos requirieron la necesidad de establecer greens provisionales al estar situados en la zona más baja del campo y ser los primeros hoyos del recorrido en jugarse.

Este gráfico muestra la evolución de los valores de firmeza en las cinco zonas de medición dentro del green durante las últimas 18 semanas de estudio (Marzo-Julio 2012) correspondientes a la estación de crecimiento del césped. Se

puede observar que tanto la zona central como la trasera derecha son las que presentan valores de firmeza más elevados. Una justificación a estos datos, para este hoyo en particular, la podemos encontrar en que la mayoría de los jugadores





que utilizan buggies los aparcen en la parte posterior del green y acceden al mismo para finalizar el hoyo, lo que supone un mayor grado de compactación de estas zonas y la presencia de una superficie de juego más firme. Por el contrario, la zona media del green presenta un pequeño talud que confiere una pendiente ascendente al green y que provoca que la parte delantera obtenga valores inferiores de firmeza por la acumulación de mayor cantidad de humedad.

HOYO 17

El hoyo 17 es un par 3 de 188 m de longitud que presenta un lago que bordea la totalidad del margen izquierdo del hoyo. El green, de 31 m de longitud, amplio y con un suave moldeo, permite la ubicación de múltiples posiciones de bandera y está bien protegido en el margen derecho por dos grandes bunkers profundos que actúan también de referencia del moldeo del terreno.

Este gráfico genérico muestra la evolución de la firmeza (valores medios) frente al tiempo (sema-

FRÍO

Tras una helada, los greens presentan temporalmente valores fuera del rango óptimo de firmeza.

nas) en el hoyo 17, en el que se observa una tendencia irregular con valores medios de firmeza relativamente bajos, como se puede apreciar en los primeros y últimos meses de estudio. La media de firmeza durante estos meses llegó a alcanzar valores inferiores a 80 Gm, considerados no óptimos e indeseables. Únicamente durante el mes de Octubre, justo antes del pichado de preparación al invierno, se observaron valores de firmeza máximos para este green, superiores a 100 Gm, debido a las labores que se realizaron de cara a la celebración de torneos importantes que tuvieron lugar durante dichas semanas y que elevaron la velocidad y la firmeza de todos los greens. Posteriormente en Abril se observa una respuesta tras las labores de aireación con un ascenso significativo de los valores de firmeza hasta el mes de Junio donde volvieron a descender y oscilar hasta alcanzar valores medios en torno a 90 Gm al final del estudio.

Este gráfico muestra la evolución anual de los valores de firme-

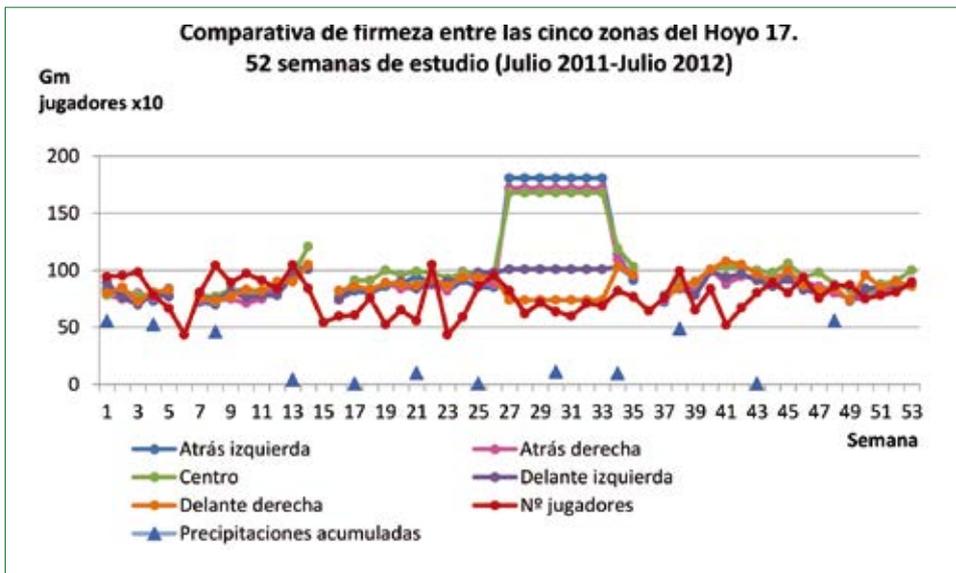
za en las cinco zonas de medición dentro del green a lo largo del estudio, la evolución del número de jugadores y las precipitaciones acumuladas semanalmente. En este caso tampoco se demuestra una correlación existente entre el número de jugadores y los valores de firmeza en ninguna de las zonas del green. Como se aprecia en el gráfico, durante la mayor parte del estudio la zona central y delantera derecha predominan más firmes que el resto con valores en torno a 100 Gm, mientras que la zona izquierda, tanto trasera como delantera, casi siempre están por debajo del rango de valores óptimos. También destaca el comportamiento de cada una de las zonas ante condiciones meteorológicas extremas, como las heladas. En el gráfico se puede observar, entre los meses de Diciembre y Febrero, una mayor incidencia de las heladas en la zona central y trasera del green frente a la zona delantera (sobre todo derecha que es la más alejada del lago) que amortigua más las temperaturas y mantiene una superficie más firme dentro del rango de valores aceptables. Del mismo modo, el moldeo del green y los taludes que lo bordean, sobre todo en la parte posterior del mismo, recibe la escorrentía superficial de agua que desemboca en el antegreen y repercute en un aumento de la humedad sobre dicha zona, favoreciendo la aparición de musgo que suele expandirse rápidamente.

CONCLUSIONES

Los valores de firmeza alcanzados en los greens durante la realización del estudio muestran una tendencia óptima y un comportamiento uniforme sin grandes fluctuaciones en el tiempo ni entre los diferentes greens.

Las labores culturales y agronómicas que diariamente se realizan en los greens, sobre todo de aireación y recebado, están enfocadas a

Se entiende por valores óptimos de firmeza los comprendidos entre 80 y 120 Gm para la sonda abovedada y de entre 100 y 140 Gm para la sonda plana



favorecer el desarrollo óptimo de la planta y el suelo, con el fin de alcanzar un estado de firmeza óptimo y una superficie de juego homogénea y rápida que satisfaga las expectativas de los jugadores.

Existe una relación inversamente proporcional entre el contenido de humedad en el suelo y la firmeza del mismo. La programación adecuada del sistema de riego así como la utilización de sensores de humedad (TDRs) complementan el seguimiento de los valores de firmeza y se consideran muy útiles para ayudar a determinar y trabajar en la búsqueda de superficies de juego firmes.

La calidad del agua de riego influye directamente en el comportamiento del green y su evolución en el tiempo. La incorporación de altas concentraciones de sales a través del agua de riego destruye la estructura del suelo y afecta en gran medida al mantenimiento continuo de una superficie de juego firme y uniforme. Este factor también provoca la aparición de poblaciones de musgo que debilitan considerablemente algunas zonas de los greens y cuyo tratamiento de erradicación supone un coste elevado. Igualmente, se ha demostrado que una ausencia de tráfico y/o carga de juego en una zona

determinada del green provoca una mayor permanencia de la humedad en superficie que desemboca en la proliferación de dichas poblaciones de musgo.

Las condiciones climatológicas extremas, como las heladas que ocurren durante los meses de invierno, afectan considerablemente al mantenimiento de los greens, alcanzando valores fuera del rango óptimo de firmeza y provocando superficies de juego impracticables temporalmente.

El control del número de jugadores, sus hábitos y el diseño de los greens, en lo referente a las entradas y salidas, permiten conocer qué zonas son más propensas a compactarse, ofreciendo valores de firmeza más elevados. Aunque no se ha demostrado una clara relación entre el número de jugadores y la firmeza, si se ha apreciado la influencia de la densidad de jugadores en la evolución de los valores de firmeza en ciertas zonas de los greens. ■

BIBLIOGRAFÍA

- **Brame, B. 2008.** Affirming firmness. Green Sect. Rec. 46(2):17-20.
- **Linde, D. 2005.** Assessing golf course conditions in New Zealand. Golf Course Manage. 73(2):110-113.
- **Stowell, L. J., Gross, P., Gelernter, W. and Burchfield, M. 2009.** Measuring greens firmness using the USGA TruFirm and the Clegg Soil Impact Tester at Victoria Country Club: A preliminary study. Online. PACE Turf Super Journal., PACE Turf LLC, San Diego, CA.
- **Web oficial de Centro Nacional de Golf de Madrid.** <http://www.centronacionalgolf.com/>

HUMEDAD

Existe una relación inversamente proporcional entre el contenido de humedad en el suelo y la firmeza del mismo.

Malos olores en lagos y estanques. Origen, prevención y tratamiento

ISABEL M^a HURTADO MELGAR.

Dirección Eficiencia Energética Aqualogy

ANTONIO AMO PEÑA.

Labaqua

Los lagos y estanques son un elemento muy importante del campo de golf, siendo en muchos casos el principal elemento tanto estético como de juego en el diseño de muchos hoyos. El buen estado de estas masas de agua es fundamental para la buena imagen del campo.

Sin embargo, el almacenamiento de agua tiene unos riesgos inherentes que es necesario conocer y gestionar, el principal es la eutrofización, que es la causante, entre otros muchos efectos, de los malos olores.

La aparición de olores en las masas de agua puede estar provocada por diversas causas, el almacenamiento prolongado (alto tiempo de retención hidráulico) o la utilización de aguas residuales regeneradas debido a la escasez de recursos hídricos, son factores que aumentan el riesgo de eutrofización en nuestras masas de agua.

En cuanto a legislación, no encontramos una normativa aplicable con valores paramétricos en materia de contaminación ambiental por olores. Las administraciones públicas competentes en materia ambiental han realizado en los últimos años un importante esfuerzo para la regulación de diversos problemas de índole ambiental, algunos de ellos de carácter emergente. Problemas como la contaminación acústica y la contaminación lumínica cuentan con límites a la presencia de estos

contaminantes en nuestro entorno. Disposiciones como la ley marco 34/2007 de calidad del aire y protección atmosférica establecen las bases para regular estos y otros aspectos. No obstante, en esta normativa no se trata uno de los problemas ambientales más denunciados por los ciudadanos, y con más repercusión social, la contaminación ambiental por olores. Sólo encontramos a nivel municipal algunas ordenanzas (en un número inferior a 10) para el control de esta contaminación.

En este artículo, se hará una pequeña introducción al origen de los malos olores, cómo se pueden detectar y diagnosticar estos problemas y se realizarán una serie de recomendaciones para la adopción de medidas preventivas y de tratamientos más convenientes técnica y económicamente para corregir este fenómeno.

ORIGEN DE LOS MALOS OLORES.

En lagos y estanques, los malos olores, junto con una coloración verde-azulada de la masa de agua, son los indicadores perceptivos más fiables del deterioro de la calidad del agua, su primera percepción no requiere de complejos aparatos portátiles, ni de mediciones en laboratorio, aunque sí existen métodos para la correcta cuantificación de este parámetro por parte de un técnico.

El origen de los malos olores puede deberse a diversos factores:

- **Estanqueidad del agua del lago.** Un elevado tiempo de retención hidráulico del agua conlleva la acele-

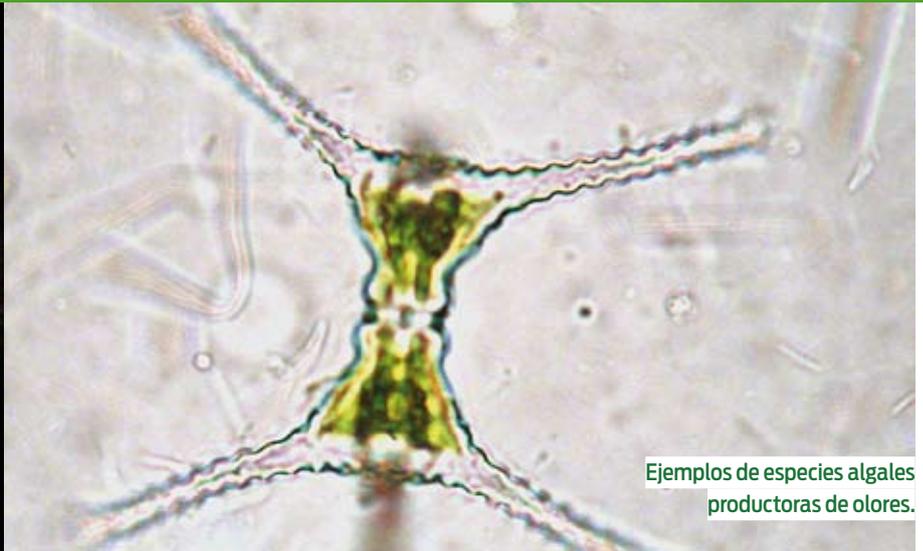
ración de los procesos de “putrefacción” de la masa de agua.

- **Temperatura.** Las altas temperaturas ambientales ejercen de catalizador del metabolismo bacteriano y algal, acelerando su crecimiento.

- **Disponibilidad lumínica.** La mayor parte de España dispone de una incidencia solar envidiada por muchos países vecinos. Esta circunstancia que fomenta el negocio de los campos de golf en nuestro territorio, constituye un factor negativo para el mantenimiento de los lagos y estanques. Esta alta incidencia solar, que puede suponer en la época estival hasta de 10 horas diarias, impulsa el crecimiento de organismos fotosintéticos en las masas de agua.

Por otro lado, una excesiva radiación solar actúa como oxidante natural en la superficie del agua, denominada foto-oxidación, capaz de destruir la maquinaria intracelular necesaria para que estos organismos realicen la fotosíntesis. De este modo, encontramos una gran variedad de especies algales que presentan adaptaciones para vivir en estas condiciones: la capacidad de natación (bajan hasta profundidades donde no les afecta la foto-oxidación), disponen de pigmentos que les protegen de la acción del sol (efecto parasol), etc.

- **Origen del agua.** El agua de recarga de los lagos y estanques puede tener un origen diverso, así, cuando su procedencia es superficial (de un río, trasvase, etc.) posee unas características físico-químicas variables y dependientes del régimen hidráulico de la cuenca, la época del año, los diferentes usos la cuenca (agricultura, navegación, baño), etc. Cuan-



Ejemplos de especies algales productoras de olores.

do el origen es de aguas residuales regeneradas, las concentraciones de nutrientes y la carga orgánica suelen ser mucho más elevados que en las aguas superficiales, lo que va a potenciar el crecimiento algal y bacteriano.

● **Comunidades biológicas presentes.** De los organismos acuáticos habituales en un lago o estanque, los potencialmente peligrosos en el deterioro de la calidad del agua son las algas y las bacterias. Ambos grupos poseen un metabolismo muy rápido y una reproducción exponencial, es decir, una célula se divide en dos, de dos se obtienen cuatro, cuatro se dividen en dieciséis, y así sucesivamente. Esto provoca que en un breve espacio de tiempo, la masa de agua puede sufrir una sobrepoblación o bloom. Este fenómeno de bloom genera varios problemas: (I) aumenta la cantidad de materia orgánica en el agua, consumiendo un gran volumen de oxígeno y provocando la aparición de malos olores por la formación de compuestos reducidos del azufre (olor a huevos podridos). (II) Incremento de la coloración y de la turbidez del agua. (III) En los casos en los que el agua se destina a riego, puede dañar el césped, por falta de oxígeno disuelto en el agua. (IV) Estrés en la comunidad acuática del lago, las algas asfixian a las plantas acuáticas superiores (que actúan de filtros), la población de insectos se limita casi exclusivamente a las larvas de mosquitos (que son capaces de vivir condiciones anóxicas), los anfibios desaparecen (son los

principales controladores de los insectos), y en casos extremos se puede producir una muerte masiva.

Esta diversidad de factores para el desarrollo de los malos olores, complican las labores de mantenimiento y dificultan la elaboración de planes de actuación que puedan hacerse extensibles a todos los lugares y problemáticas. De esta manera, siempre es necesario hacer un estudio de cada lago en particular, para evaluar sus características propias y que nos permita identificar el origen del problema, para a continuación definir una posible remediación.

DETECCIÓN Y DIAGNÓSTICO.

En el ámbito metodológico del diagnóstico de la problemática de los olores, como en cualquier otro problema ambiental, existe la necesidad de dar objetividad a los resultados obtenidos. Para cumplir esta necesidad se debe partir desde la premisa de utilizar métodos analíticos normalizados, que aseguran que los procedimientos analíticos cumplen ciertos requisitos mínimos en parámetros como la sensibilidad, repetitividad, reproducibilidad, etc.

El primer planteamiento, y el más comúnmente utilizado, son los estudios basados en medidas de Emisión empleando la metodología descrita en la norma UNE-EN 13725, según las siguientes fases:

● **FASE I:** Identificación en la instalación de los potenciales focos emiso-

res de gases olorosos y definición de la campaña de muestreo.

● **FASE II:** Toma de muestras y análisis olfatómetro. Los métodos más comunes de muestreo son el túnel de viento (en superficies pasivas), el método de la campana (en superficies activas) y el método de la sonda que se emplea en el caso de fuentes puntuales como conducciones cerradas o chimeneas. Ya en el laboratorio, se analizan mediante olfatometría dinámica, a través del olfatómetro, obteniéndose los valores de concentración de olor en unidades de olor/m³. Esta técnica analítica utiliza el olfato humano de panelistas como sistema de detección.

● **FASE III.** Cálculo de las emisiones de olor. Una vez obtenido la concentración de olor de una muestra y teniendo en cuenta el caudal de aire emitido por cada foco, se calculan los valores de emisión de olor de cada foco en unidades de olor/hora.

● **FASE IV:** Cálculo de las concentraciones en inmisión (obtención de las curvas isodoras). A partir de los valores de emisión y mediante el empleo de modelos matemáticos de dispersión, se obtienen los valores de inmisión de olor en el entorno de la instalación.

● **FASE V:** Adopción de medidas correctoras.

El segundo planteamiento son los estudios basados en medidas de Inmisión (panel de campo) empleando la metodología descrita en la norma alemana VDI 3940 "Deter-

CALIDAD DEL AGUA

Los malos olores son los indicadores perceptivos más fiables del deterioro de la calidad del agua.



mination of Odorants in Ambient Air by Field Inspections” (última revisión de 2003), consistente en las mediciones por parte de panelistas mediante percepciones en campo.

Tal como se ha descrito la metodología de la toma de muestra para el estudio olfatométrico, las instalaciones deben cumplir unos requerimientos que no son abordables en un lago o estanque de un campo de golf. Por ello, el diagnóstico del problema de malos olores en este entorno debe evaluarse desde otra perspectiva:

- Debe estimarse el volumen de la masa de agua, la profundidad máxima, la geometría y condiciones climáticas a las que se ve sometido el lago.
- Se estudian las condiciones de explotación de la masa de agua: el origen del agua (superficial, subterránea, reutilización, etc.), se calcula el tiempo de retención medio del agua en el lago y su uso (ornamental, de riego).
- Se debe conocer la composición algal del agua, mediante toma de muestra, recuento e identificación al microscopio. Esta información nos será de gran valor a la hora de establecer el tratamiento necesario y las medidas preventivas.

SOLUCIÓN

No existe un tratamiento único como solución a la problemática, hay que identificar las herramientas adecuadas a cada caso.

PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO. TÉCNICAS DISPONIBLES.

Como se ha visto a lo largo del artículo, las causas y factores que afectan a la aparición de malos olores son tan diversos, que no existe el tratamiento único que sea la solución a la problemática. Sí que contamos con una serie de herramientas - tratamientos que pueden solucionar un lago o estanque puntual y otras acciones de mejora para su prevención.

Para cada caso, es necesario evaluar la problemática y seleccionar la opción o conjunto de actividades adecuadas, teniendo en cuenta la viabilidad técnica, disponibilidad económica, etc.

A continuación se enumeran las herramientas y tratamientos que pueden aplicarse a los casos de lagos o estanques con problemáticas de olores:

Tratamientos de choque

Dentro de este grupo de tácticas, desaconsejamos la cloración del agua, ya que es perjudicial para las plantas y animales acuáticos, y en los casos en los que el agua del lago se destina a riego, provoca el amarilleo y deterioro del césped.

- **Vaciado del lago, extracción de los fangos y limpieza de los taludes con una solución de hipoclorito concentrado.** La limpieza será viable en aquellos lagos con los taludes recubiertos de material plástico. Servirá de solución temporal del problema, hay que establecer medidas preventivas para evitar la reaparición de los malos olores.
- **Tratamiento con ozono.** El ozono es muy soluble en el agua, posee un poder desinfectante 3.000 veces mayor que el cloro, por ello la destrucción de bacterias y virus es mucho más rápida y es muy efectivo en la eliminación de algas y del mejillón cebra. Aqualogy dispone de un equipo de aplicación de ozono in situ,

que produce ozono a partir de la propia agua, no necesitando ningún reactivo (aire, oxígeno). El tratamiento con ozono es inocuo para las plantas y la fauna del lago, puesto que el ozono residual generado es extremadamente volátil y desaparece en breves instantes, tiempo en el que sí puede hacer la desinfección de los microorganismos.

- **Tratamiento con dióxido de cloro.** El dióxido de cloro es un oxidante muy eficaz como biocida, es un buen alguicida, elimina el color del agua y requiere una menor dosis para el tratamiento del agua en comparación con otros oxidantes. Su utilización en ambientes naturales está aconsejado, ya que es fotosensible y el dióxido de cloro residual se elimina del agua al contacto con la luz, no afectando a las plantas y la fauna acuáticas. Aqualogy dispone de una solución de dióxido de cloro estabilizado, que se aplica al agua como el hipoclorito.

Técnicas de prevención. Maniobras de operación y mantenimiento

- La recirculación del agua facilita la difusión del oxígeno atmosférico en la masa de agua, además de forzar una circulación interna, evitando las zonas aisladas. Ambos factores disminuyen así la posible aparición de la problemática de los malos olores. La viabilidad dependerá de la geometría del lago y sus características hídricas.
- Mantener un tiempo de residencia del agua “adecuado”, no se puede establecer un valor exacto ya que dependerá del volumen y superficie del lago, condiciones de explotación, etc.
- Utilización de la tecnología de los ultrasonidos para el control algal. Las ondas de ultrasonidos, son una forma natural de minimizar los problemas relacionados con las algas, así como para re-