



1. PRINCIPIOS DE SOSTENIBILIDAD





1.1 Principios de sostenibilidad

Desde el departamento de la Green Section se ha observado que el concepto de sostenibilidad en lo referente a campos de golf, es una idea que todavía no se entiende de forma clara, produciendo su uso cierta controversia. Para muchos, sostenibilidad, es un concepto relacionado exclusivamente con el medio ambiente, para otros es algo ligado con aspectos económicos, sociales..., pero desde nuestro punto de vista la sostenibilidad en el mantenimiento de campos de golf, es una filosofía de trabajo más que un concepto.

La sostenibilidad de un campo, radica en obtener una viabilidad económica, social y medio ambiental, sin que ninguno de estos aspectos se vea mermado en beneficio de otros. Es decir, que todas aquellas decisiones dirigidas a la contratación de un personal inferior al número necesario para llegar a las metas marcadas, o realizar menos labores culturales de las óptimas, con el único objetivo de reducir costes o incluso eliminar partidas presupuestarias (que suponen un mayor beneficio económico) que conlleven una agresión medioambiental, supondrían una política NO SOSTENIBLE de manejo del campo.

Para que esto no ocurra, es imprescindible tener presente esta filosofía desde el inicio del proyecto de construcción del campo de golf, ligando el diseño con el mantenimiento futuro, preguntándonos en esta fase inicial, qué queremos construir, qué nivel de exigencia queremos llevar, con qué medios contamos para llegar a esas cotas y si podemos afrontar económicamente ese mantenimiento.

Cada proyecto y cada campo de golf deben estudiarse en detalle y buscar modelos que se integren en el territorio, minimizando los impactos ambientales y maximizando los recursos existentes. No se puede basar la inversión de la construcción de un campo de golf en las infraestructuras urbanísticas.

En este sentido, hay que apostar por la construcción de campos de golf entendida como la alteración de un espacio natural originario para convertirse en otro espacio natural. Un campo de golf adecuadamente planificado y mantenido potencia los valores naturales de la zona.

Para la *Green Section*, es viable la construcción de campos de golf utilizando variedades de césped autóctonas de la zona. Hay que reeducar a los jugadores para que se acostumbren a jugar en una zona marrón. Utilizar una variedad concreta de semilla hace que la infraestructura consuma hasta un 50 % menos de agua que si se utiliza otro tipo de semilla, la "cool-season" o especies adaptadas mejor a climas fríos, utilizada mayoritariamente en los campos de golf. El problema es que el jugador está acostumbrado a jugar en verde y no en un tapiz marrón que es igualmente jugable.

En cuanto a la urbanización ligada a un campo de golf, no es obligatorio que exista este nexo, de hecho, desde la Real Federación Española de Golf no se defiende el urbanismo con el golf. El objetivo en un futuro próximo, es convertir los campos de golf en espacios de biodiversidad



donde existan especies protegidas autóctonas de la zona, y no ir ligados a infraestructuras urbanísticas.

Para alcanzar la sostenibilidad es muy importante seguir unas pautas básicas que nos ayudarán a dimensionar las necesidades que tendremos en nuestro futuro mantenimiento, con la idea de que los objetivos impuestos coincidan con los medios disponibles. Ninguna de ellas es más importante que otra, solo la conjunción de todas ellas hace de la sostenibilidad una realidad. Éstas son:

- Ajustar el diseño del campo al nivel y presupuesto de mantenimiento diario.
Ej: Campos con bunkers profundos y grandes, requieren mayor mano de obra.
- Elección de la especie cespitosa acorde con sus requerimientos y adaptadas al clima en el que se desarrollarán.
- Uso racional del agua, utilizando para ello herramientas que optimicen su uso, como la evapotranspiración, estación meteorológica,...
- Formación del personal. No olvidemos que al fin y al cabo los operarios de mantenimiento son los que realizan las tareas por lo que una buena formación redundará en un mantenimiento más eficiente.
- Programación anual de mantenimiento basado en las labores más importantes del mantenimiento:
 1. Maquinaria: revisión y puesta a punto.
 2. Riego: control y manejo adecuado.
 3. Fitosanitarios: respetando dosis y plazos de seguridad.
 4. Fertilización: teniendo en cuenta los momentos de mayores necesidades y evitando la lixiviación.
 5. Otras labores culturales: aireación y recebo.

1.2 Funciones de un greenkeeper

Persona responsable de la condición, mantenimiento, cuidado y gestión de los recursos de un campo de golf o instalación de césped deportivo. Él o ella también podrán ser referidos como superintendente del campo.

La principal función del greenkeeper es mantener el campo de golf en las mejores condiciones de juego durante todo el año. Planificando los objetivos de las labores a desarrollar y optimizando los recursos de los que disponga, todo ello ajustándose a los límites económicos del presupuesto establecido para tal fin. Como indica la traducción literal de su nombre “cuidador del campo”, un greenkeeper puede hacer que crezca césped donde no había nada antes y llegar a conseguir una superficie jugable que cubra las necesidades para el desarrollo



REAL FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE GOLF



de la práctica deportiva. Además de todo lo anterior, el greenkeeper es consciente de que el terreno que comprende el campo de golf es un hábitat para todos los seres vivos que se encuentran en él y debe ser conservado para las futuras generaciones.

Las responsabilidades del greenkeeper son:

- Planificación de los trabajos. Elaborar un planning de trabajo con las labores que va a realizar en greens, antegreens, tees, calles y rough. La planificación de los trabajos debe realizarse:

A largo plazo: Obras de construcción, caminos, reformas importantes.

A medio plazo: Plan anual de mantenimiento. En este plan deben estar recogidas las principales labores culturales que requiere un campo de golf (riego, siegas, aireación, fertilización, tratamientos fitosanitarios) y los recursos humanos, técnicos y económicos para llevarlos a cabo. En clubes con mayor presupuesto pueden incluirse también labores de jardinería, paisajismo, piscina, etc.

A corto plazo: Labores mensuales que hayan podido variar respecto al plan anual y priorizar las labores diarias en el campo. Deberá realizar una inspección visual diaria de greens, tees, calles, rough, bunkers y en general de todas las instalaciones del campo para detectar posibles irregularidades. Establecerá una prioridad de las tareas a realizar. También supervisará:

El riego del campo, asegurándose que está siempre con la presión y el bombeo correctos, que alcance toda la superficie regable del campo con una cobertura uniforme, vigilar las secas, los encharcamientos, los drenajes. Que los tiempos de riego establecidos sean los correctos según las condiciones meteorológicas. Una herramienta importante será utilizar una estación meteorológica para medir el viento, la luz y la temperatura y calcular así la evapotranspiración y las necesidades de riego. Para ahorrar agua habrá que ir renovando los sistemas de riego y de drenaje que tienen una vida útil de unos 6-8 años.

La siega, el césped se cortará regularmente para ello es necesario tener siempre a punto el parque de maquinaria y las segadoras en perfecto estado. Si no es así la hierba puede sufrir más de lo necesario. Para los greens, el greenkeeper tendrá que elegir la altura de corte adecuada para que estén rápidos, teniéndolos cortos de pelo y con poca agua, pero sin excederse porque podrían sufrir estrés.

Los tratamientos fitosanitarios, el greenkeeper deberá dar un diagnóstico apropiado de los problemas fitosanitarios y seleccionar la acción correctiva ajustada a cada caso. Los fungicidas son necesarios para evitar enfermedades, los insecticidas evitarán las plagas y que determinados insectos acaben con la salud del campo, tratamientos con humectantes. También valorará el uso de hormonas de crecimiento, por ejemplo, para prevenir la Poa annua.



REAL FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE GOLF



La fertilización, es imprescindible para mantener el buen estado de la planta. El greenkeeper decidirá la aportación de macronutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio o micronutrientes como calcio o hierro, en diferentes dosis dependiendo del objetivo que quiera conseguir.

- Gestión del personal. Coordinar el grupo de trabajo de forma eficiente es esencial para llevar a cabo las tareas necesarias que mantendrán el campo en buen estado. Es fundamental contar con un equipo humano competente, bien dimensionado y bien organizado. Se debe realizar una planificación diaria de los trabajos para mantener al personal siempre en activo y supervisar que los trabajos se están realizando de forma correcta. Con el personal nuevo es importante realizar una labor de formación. Algunas responsabilidades pueden ser delegadas al encargado.
- Gestión de la maquinaria. El greenkeeper debe conocer cómo funciona toda la maquinaria y los equipos que se encuentren en el parque de maquinaria, asegurando el correcto funcionamiento y verificando que se llevan a cabo las reparaciones necesarias para mantener el parque a punto.
- Gestión administrativa. El trato con comerciales y proveedores de materiales, herramientas y maquinaria junto al seguimiento de los pedidos son también responsabilidad del greenkeeper. Completar los registros de horas de asistencia, materiales empleados...etc. Realizar los informes necesarios sobre las actividades desarrolladas en el campo, por ejemplo, es importante presentar a la gerencia un informe mensual para que estén al tanto de los trabajos realizados y las variaciones que hayan podido surgir respecto al plan anual.
- Relaciones con la gerencia. El gerente y el greenkeeper comparten un mismo objetivo final: conseguir que los socios o usuarios jueguen un campo que esté en las mejores condiciones durante el mayor tiempo posible, este objetivo común hace que sea necesario un entendimiento perfecto y una comunicación constante entre ambas partes. Por ejemplo, el greenkeeper debe saber en qué semanas habrá campeonatos para no realizar labores que los entorpezcan o, al revés, si el plan anual de mantenimiento ya está hecho, el gerente debe saber que no puede poner un torneo en determinada fecha porque el campo va a estar pinchado.



1.3 Planning anual

La elaboración de un planning anual es de vital importancia si queremos garantizar el éxito en el mantenimiento. Este se elaborará en función del mantenimiento de las diferentes áreas del campo. Si, por ejemplo, calles y rough tienen el mismo mantenimiento, estas dos superficies se agruparán a la hora de elaborar el planning.

El planning anual se deberá de realizar en diciembre del año anterior, teniendo en cuenta el presupuesto para el año siguiente. Así como los torneos de importancia que se pudiesen disputar durante el año para el que se realiza el planning.

En el planning anual han de quedar reflejadas labores tales como:

- Aireación. Se establecerán las fechas de pinchado, indicando el diámetro de pincho y la cantidad de recebo a aplicar.
- Resiembras. Se indicará la dosis de siembra.
- Tratamientos fungicidas. Se ha de indicar la materia activa a aplicar así como la dosis.
- Tratamientos insecticidas. Se ha de indicar la materia activa a aplicar así como la dosis.
- Aplicación de humectantes.
- Fertilización. Se ha de indicar la formulación del fertilizante y la dosis a aplicar.
- Aplicación de correctores de sales.
- Torneos. Los torneos de importancia tendrán que quedar reflejados en el planning anual, pues precisan de un acondicionamiento específico del campo que suele requerir varios meses de antelación.

ANEJO 1: PLANNINGS DE EJEMPLO



2. CONSTRUCCIÓN DE GREENS



CONSTRUCCION DE GREENES

2.1 Historia

Fue a partir del final de la Segunda Guerra Mundial cuando se empiezan a producir importantes mejoras en la construcción de los greens. Lo que revolucionó el diseño y la construcción de los greens fue la utilización del bulldozer. Hasta entonces los greens prácticamente no tenían moldeos artificiales. Con los bulldozers empezaron a construirse los llamados greens push-up. Es decir, se empujaba el suelo de las zonas adyacentes al green para dar forma y tamaño al mismo. Con esta técnica se empezaron a construir greens más grandes y más movidos. Los arquitectos, que antes prácticamente lo que hacían era marcar la localización del green, podía ahora aportar mucho más en cuanto a forma, tamaño y pendientes. El principal problema de estos greens era la falta de uniformidad ya que incluso en un mismo green la diferencia de los materiales aportados podía ser considerable. Muchos de estos greens empezaron a tener problemas de mantenimiento cuando disminuyeron las alturas de siega y aumento el tráfico en los greens. Estos problemas producían pérdidas considerables de césped en numerosos greens y la Green Section de la USGA consideró necesario intentar establecer unas recomendaciones para la construcción de greens que fuese posible mantener en mejores condiciones de juego.

La historia de los greens USGA realmente comenzó a finales de los años 40 principios de los 50, cuando comenzaron los estudios comparando los suelos de “buenos” greens y “malos” greens. Hay observaciones publicadas por la Green Section de la USGA sobre construcción de greens y mezclas de recebos desde principios de los años 20, pero no empezaron a realizarse los primeros estudios científicos en laboratorios edafológicos hasta después de la Segunda Guerra Mundial.

No todos los greens contruidos en aquella época eran pobres. Muchos están todavía en uso y son mantenidos de la misma manera que los greens actuales, pero es prácticamente imposible construir greens como aquellos actualmente. Las primeras especificaciones de la Green Section seguían aproximadamente los resultados de los análisis físicos de los suelos que entonces eran considerados buenos greens. Los intentos de modificar los greens pobres eran habitualmente no científicos y normalmente causaban incluso peores condiciones de juego.

Una de las primeras investigaciones de suelos comparando greens en buenas condiciones con greens en malas condiciones fue realizada por R.R. Davis, en la Universidad de Purdue. Él midió la percolación del agua y comparó la porosidad capilar y no capilar de suelos en greens bajo condiciones de juego. Su investigación observó el efecto de la compactación en la reducción del espacio ocupado por los macro poros en los primeros 30 cm de suelo, llevando a sugerir que las mezclas empleadas en la construcción de greens deberían llevar un 40%-50% de arena, con partículas mayores de 0,25 mm. Una de sus observaciones fue particularmente destacable:



La circulación del aire suele ser muy buena en los mejores greens. Los greens más pobres suelen tener alrededor muchos árboles y las raíces de estos árboles suelen ser predominantes en estos greens.

Casi una década después de esta investigación y después de realizar otras muchas investigaciones, la Green Section de la USGA publicó Especificaciones para un Método de Construcción de Putting Greens en Septiembre de 1960. Presentaba una técnica de construcción de greens que podía usarse en cualquier parte del mundo, incluyendo las áreas donde los componentes ideales no fuesen fáciles de encontrar o de adquirir. La técnica se basaba en establecer un medio de crecimiento resistente a la compactación y que drene rápidamente, pero capaz de retener niveles adecuados de humedad capilar y de nutrientes para mantener un crecimiento normal del césped.

Investigaciones en procesos de construcción de greens y mezclas de suelos fueron patrocinados por la Green Section en su propio centro de investigación en Beltsville y en las Universidades de Oklahoma, UCLA y Texas A&M. Los proyectos probaron que los problemas de los métodos de construcción, y los problemas del comportamiento físico de los suelos no pueden separarse... y deben considerarse juntos si se desea obtener un buen resultado.

El hombre clave del proyecto fue el Dr. Marvin Ferguson, Director de Investigación de la Green Section, que trabajó con los técnicos de la Universidad de Texas A&M para idear un aparato que pudiese cuantificar los resultados de los tests realizados a los componentes de la mezclas de crecimiento utilizadas en los greens. Actualmente, estos test son un procedimiento habitual en cualquier laboratorio de suelos y sólo se necesita un aparato especial, llamado compactador, para realizar las pruebas.

La nueva técnica de construcción se basa en un principio del movimiento del agua por el cual el agua no fluye de un suelo de textura fina hacia un suelo de textura más gruesa colocado debajo hasta que la zona superior no está completamente saturada de agua. Esta técnica hace uso de la estratificación para obtener resultados beneficiosos consiguiendo una superficie que drene muy rápido, pero que a la vez retenga suficiente agua y nutrientes para el adecuado desarrollo del césped.

Anteriormente a estas investigaciones, las mezclas utilizadas en la construcción de greens solían ser tierra procedente de los alrededores del green, alguna clase de materia orgánica y arena disponible cerca de la zona de construcción del green en proporciones 1:1:1 o 2:1:1. La popularidad del golf significó muchas más rondas de golf, más tráfico y daños en los greens contruidos con estas mezclas y que además solían ser de pequeñas dimensiones. Cada año el número de greens que no estaban en buenas condiciones para la práctica del golf aumentaba. Aunque se fabricaron algunas máquinas para reducir la compactación, se hizo evidente un cambio en las técnicas de construcción de los greens.

En las décadas de 1950 y 1960, la mayoría de los greens en los Estados Unidos se segaban a 6,4 mm. La altura de siega normalmente se subía en los greens de *Agrostis palustris* durante el



REAL FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE GOLF



verano y en los greens de bermuda después de la resiembra en otoño. La altura de siega de los campeonatos más importantes de Estados Unidos fue de 4,8 mm hasta finales de la década de 1970. Es bastante improbable que el césped que crecía en estos greens contruidos con las antiguas mezclas 1:1.1 y 2:1:1 pudiesen soportar las alturas de siega actuales y la cantidad de tráfico que reciben, sin tener en cuenta problemas añadidos como los de calidad y cantidad de agua de riego.

Se han producido muchos cambios en las recomendaciones para la construcción de greens USGA en los últimos 50 años. Actualmente la distribución de las partículas de arena de la mezcla y la calidad de la materia orgánica son de vital importancia. Se ha pasado de una zona radicular sólo de tierra a una zona radicular sin tierra, que sirve para soportar el incremento en la cantidad de jugadores, así como para producir mejores greens.

Al principio, se hizo un esfuerzo para usar cualquier arena, tierra o materia orgánica disponible para realizar la mezcla de la zona radicular y conseguir greens aceptables. Esta manera de construir los greens fue básicamente un éxito, aunque algunos de los greens necesitaban más tiempo para el establecimiento y alcanzar la madurez del esperado. La mayor porosidad de esta zona radicular y la menor capacidad de retención de nutrientes demandaban una forma de mantenimiento diferente al de los greens antiguos, lo que se convirtió en un problema en algunas ocasiones. En aquella época el color verde intenso y la cantidad de producción de hojas (restos de forraje obtenidos con la siega) eran sinónimos de un césped sano. A pesar de estos problemas, en estos greens contruidos con arena, tierra y materia orgánica disponibles en zonas próximas al campo de golf, creció un césped aceptable y sano.

Esta nueva técnica de construcción tuvo un grave problema de aceptación al principio ya que normalmente lo que se hacía en renovar con esta nueva mezcla de la zona radicular los dos o tres peores greens que había en el campo de golf. Al principio cuando se comparaba el césped de estos nuevos greens recién establecidos con el resto de los greens antiguos y perfectamente maduros, evidentemente los nuevos greens salían perdiendo. En aquella época, y en la actual también, era difícil controlar dos programas diferentes de mantenimiento para conseguir que los greens nuevos fuesen igual de consistentes que el resto de greens antiguos. Era necesario un buen programa de escarificados y recebos para conseguir un superficie de pateo uniforme en todos los greens.

Las primeras investigaciones sobre mezclas radiculares emplearon arenas finas ya que eran las predominantes en las regiones costeras y en mesetas de las regiones centrales. Aparentemente, el contenido en arcillas y limos (partículas muy finas) de las tierras empleadas en las mezclas junto con las arenas finas causaba un gran problema de infiltración del agua. Los poros no capilares más pequeños eran fácilmente bloqueados por las partículas de limo y arcilla. Por este motivo se comenzó a prescindir de tierra en las mezclas para la zona radicular de los greens.



Las arenas finas de las playas y las arenas de las mesetas también tenían problemas de infiltración cuando se usaban solas en las mezclas. Por eso se empezó a emplear arenas de granulometría intermedia, con partículas con un diámetro entre 0.25 y 0.50 mm. Las partículas de granulometría intermedia tienen que ser predominantes en la mezcla, aunque un pequeño porcentaje de partículas de arena fina y gruesa son necesarias para dar estabilidad a la mezcla para la construcción de la zona radicular. Incluso, una arena con un porcentaje elevado de partículas redondeadas necesita un periodo de tiempo para que la superficie se estabilice.

Las primeras especificaciones de la USGA sobre construcción de greens publicadas en 1960 son bastante diferentes de las actuales ya que se basaron en datos extrapolados obtenidos de las mezclas radiculares de los mejores greens de aquella época. Las especificaciones en lo referente a la granulometría de la arena se han concretado tanto que actualmente es necesario enviar muestras de arenas a laboratorios especializados en análisis físicos de arenas para construcción de greens. Debido a lo difícil y caro que resulta muchas veces disponer de arena que cumpla las especificaciones USGA, la mayoría de los greens que se construyen se componen de una zona radicular mezcla de arena con turba sobre una capa de grava gruesa. Dependiendo de la calidad y de la granulometría de la arena empleada en cada caso el mantenimiento de esos greens será más o menos problemático. Es muy importante que la mezcla de arena y materia orgánica se realice bien y que la mezcla obtenida sea totalmente uniforme. En algunas ocasiones, para ahorrar costes se realiza la mezcla directamente sobre la grava donde se va a construir el green. Es imposible que la mezcla sea uniforme y por tanto unas zonas del green estarán secas y otras húmedas, unas zonas retendrán más nutrientes que otras. La misma falta de uniformidad se producirá de unos greens a otros. Otra manera de reducir costes es disminuir la anchura de la capa de zona radicular. Esto suele producir greens muy húmedos. Por el contrario, otras veces para intentar compensar la mala calidad de la arena lo que se hace es aumentar la profundidad de la zona radicular. Esto suele causar que los greens se sequen en exceso.

Los greens contruidos siguiendo estrictamente las especificaciones de la USGA y adecuadamente mantenidos durante el establecimiento suelen comportarse adecuadamente durante muchos años.

Existen otras técnicas de construcción de greens como el método Californiano que consiste en una simple capa de arena, es decir no lleva capa de grava. Este tipo de técnica se utiliza en zonas donde las lluvias son muy abundantes y lo que se necesita son greens que drenen muy rápidamente.



Diseño

El diseño del green ha de quedar en manos del diseñador pero ha de cumplir dos principios básicos: que sea jugable y que su diseño facilite su mantenimiento.

En el green recaen más del 50% de los golpes. Debido a esto, será la zona a la que más estudio le tendrá que dedicar el diseñador.

Existen varios factores a la hora de diseñar un green:

- Tamaño y forma.
- Ondulaciones y desniveles.
- Obstáculos.
- Consideraciones agronómicas.

La función básica de un green es garantizar una superficie suave y homogénea que permita el pateo de la bola. Por lo tanto, el desnivel ha de estar entre el 1-3%. El tamaño está condicionado por el diseño y por el mantenimiento. Un green se ha de diseñar para poder ser mantenimdo en buenas condiciones. El **tamaño** medio de los greens en los campos actuales, se encuentra entre los 500-750 m2.

Según estudios, los mayores daños en el green se encuentran en un radio de 3m alrededor de la bandera y necesitan un periodo de 14 días para recuperarse.

Para determinar la **pendiente** de un green es de vital importancia tener en cuenta que la superficie pueda ser segable, la superficie a drenar superficial y que los drenajes funcionen correctamente. Es fundamental que la superficie sea drenada al menos en dos direcciones, siendo preferible en más direcciones. La superficie de pateo de un green deberá tener un mínimo de un 1% de desnivel para asegurar el drenaje superficial y menos del 3% para mantener el control de la bola.

Se puede resumir el diseño de un green en los siguientes pasos:

- Analizar el objetivo del green.
- Establecer líneas de juego preliminares respecto al green.
- Proporcionar al green de posiciones de bandera sencillas en general pero con alguna más complicada.
- Seleccionar varias posiciones de campeonato y protegerlas con obstáculos.
- Pensar en las zonas de transito por el green y proporcionar amplios pasillos en esas zonas.

- Integrar el green en el medio, considerando también las necesidades agronómicas del green.

Materiales constructivos

A la hora de la construcción de un green el punto de comienzo es la selección del material a emplear, y obtener una información detallada de las características físicas y químicas de los mismos. Por lo tanto, es condición sine qua non la realización de análisis a través de un laboratorio acreditado y fiable.

Gravas

Conformarán la capa drenante y/o intermedia en los greens USGA. Por lo tanto, será el primer material para determinar su elección. No serán aceptables ni material calizo ni agregados de arenisca o de pizarra. Para la analítica será necesario un tamizado de la muestra. De este modo podremos conocer el tamaño y la distribución del tamaño de las partículas. Esto nos permitirá calcular el factor de permeabilidad y de uniformidad. También son necesarios un test de estabilidad y de abrasión.

Los criterios de selección están basados en principios de ingeniería que comunican la capa de grava con el perfil de enraizamiento, permitiendo una adecuada permeabilidad entre las capas, pero sin migración de partículas entre las distintas capas. Será necesario cumplir:

- Un factor de conexión
- Un factor de permeabilidad
- Un coeficiente de uniformidad
- Una distribución del tamaño de partículas

Arenas

Para hacer una buena elección de la arena a emplear, los análisis han de ser más completos, siendo tanto físicos como químicos. Será necesario:

- Analisis granulométrico
- Angularidad y esfericidad de la arena
- pH
- Porosidad y conductividad hidráulica en saturación

Cuando se emplee una enmienda orgánica, será necesario el estudio de las propiedades físico-químicas de la mezcla de arena y enmienda.



Por lo tanto, la arena a seleccionar debe tener una textura de media a gruesa, con partículas entre semiangulosas y semiredondeadas, lavada y preferiblemente de sílice. Deben evitarse arenas calcáreas y con pH alto.

Enmiendas

La selección de enmiendas a aportar al perfil radicular es importante, sobre todo para los primeros años de vida del green. Lo más habitual es el uso de turba, esta ha de tener un mínimo de contenido de materia orgánica del 85% en peso. Es posible el empleo de una gran cantidad de fuentes de materia orgánica como serrín, cascara de arroz, corteza de arboles o compostaje de diversos residuos orgánicos.

Sea turba o compost, esta debe de tener una serie de características. La enmienda debe de aportar las propiedades requeridas a la mezcla final del perfil radicular, pero también:

- Porcentaje de materia orgánica
- Contenido de fibras
- Contenido de humedad
- Densidad
- pH
- Ratio carbono/nitrógeno

Existen otro tipo de enmiendas no orgánicas las cuales pueden contribuir a mejorar las propiedades físico-químicas de la mezcla del perfil radicular. En general, este tipo de enmiendas inorgánicas ayudan a mejorar principalmente la capacidad en la retención hídrica y aumentar la capacidad de intercambio catiónico (CEC). Existen cuatro tipos en función del material de origen, siendo: arcillas calcinadas (cerámicas), tierras de diatomeas, zeolitas y geles de poliacrilamida.

Tuberías de drenaje

Tienen una gran importancia dentro de la construcción de los greens USGA, son las encargadas de desalojar el exceso de agua, sin ellas los greens rápidamente se saturarían de agua. El diámetro estándar es de 100 mm, pero existen diferentes tipos:

- Tubería semi-rígida y de doble pared, siendo la cara interna lisa y la externa corrugada. Es bastante resistente y su interior liso permite más fácilmente la limpieza del drenaje en su interior. Su semi-rigidez permite trabajar fácilmente con ella.
- Tubería de pared simple. Presenta una superficie corrugada tanto exterior como interior. Su excesiva flexibilidad resulta incomoda para su manipulación, ya que se



dificulta el que queden colocadas rectas en la zanja. El coste es más bajo que la de doble pared pero en contraposición son menos resistentes.

- Tuberías planas. Es un tipo menos común y no están aprobadas por las especificaciones USGA. Poseen una sección rectangular, de 50 mm de altura y 350 ó 450 mm de base. Pueden resultar económicamente rentables ya que no necesitan realizar zanjas de drenaje y son de gran utilidad en terrenos rocosos en los que es imposible la realización de estas.

Otros materiales

Hay dos elementos más usados en la construcción de un green, siendo opcionales y usados según necesidades.

- Barrera de vapor o wicking barrier. Se trata de una lámina de polietileno de 1,5 mm de grosor que se coloca de forma vertical por el perímetro del green, impidiendo el efecto de succión por capilaridad desde el green, textura más gruesa, hacia el exterior, textura más fina.
- Cable metálico en el contorno del green. Su objetivo es poder ser detectado con un detector de metales, para poder localizar el drenaje y poder recuperar la forma original del green, si esta se perdiera con la siega.



Normativas USGA, California y Push Up.

Push up greens

Se trata de greens contruidos con materiales originales de la zona. El desembolso para la construcción de un green USGA no está justificado si no se excede de la 15000 salidas anuales. El material de la zona de enraizamiento ha de ser de textura franco-arenosa y no ha de tener piedras con un diámetro mayor a $\frac{1}{2}$ ". Piedras más grandes dificultarían el cambio de bandera y las labores de aireación.

El proceso de construcción de estos greens consta de:

- Marcaje con estacas del área de trabajo.
- Instalación o modificación del riego.
- Replanteo de la base del green.
- Aporte del material de la capa de enraizamiento (14 ").
- Moldeo.
- Aireación (para aliviar compactación).
- Nivelación fina.
- Siembra.

En la parte anterior del green se colocara una tubería de drenaje de polietileno de doble pared. Se colocará siguiendo la configuración herring-bone.

La desventaja de este método constructivo es su tendencia a la compactación y que normalmente suelen tener un drenaje deficiente.

Greens California

Las especificaciones para este tipo de greens fueron desarrolladas hace más de 20 años por científicos de la universidad de California. Están hechos con arena pura dispuesta sobre la base del green con un sistema interno de drenaje. Su coste es el 50% más barato que los greens USGA. La clave de la construcción de estos greens es la correcta selección de la arena, que ha de ser similar a la de los greens USGA.

No existen criterios específicos para la selección de la arena de la zona de enraizamiento. Criterios como el ratio de infiltración, macroporosidad y microporosidad serán parámetros de gran importancia a la hora de seleccionar la arena.

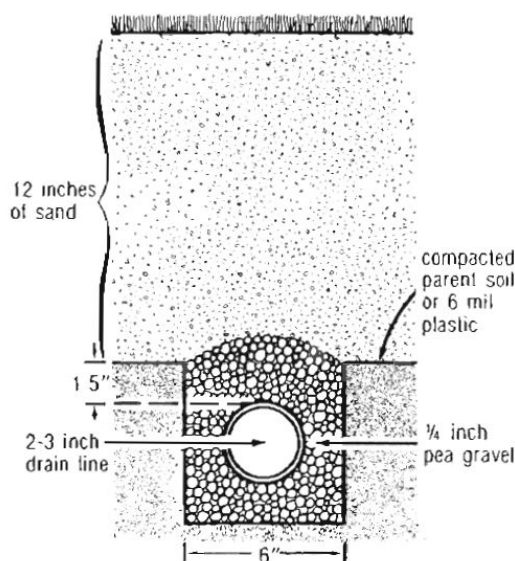
California sand

These are the author's recommended performance criteria of materials used in a root zone of a California green:

Parameter	Recommended range
Infiltration rate	15-50 inches per hour
Total porosity	35-55 percent
Aeration porosity	15-30 percent
Capillary porosity*	10-20 percent

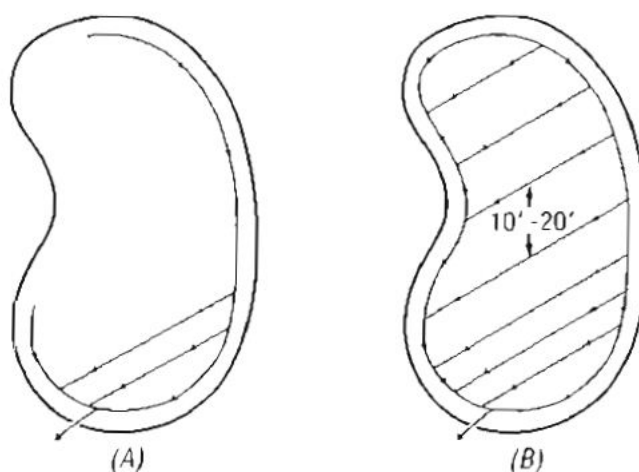
* Should be determined at tension corresponding to the green's profile depth. In some cases, multiple determinations simulating different depths can be made to identify a minimum or optimum sand depth.

A continuación se muestra un perfil tipo de un green California.



La primera publicación hablaba de grava de $\frac{1}{4}$ " para las zanjas de drenaje, estando estas separadas de 10 a 20 pies. No obstante, este diámetro de grava es muy grande, por lo que puede haber riesgo de migración de arena a los drenajes. Por lo tanto, el criterio USGA para la selección de la grava ha de ser tenido en cuenta.

La distancia entre las zanjas de drenaje es de mayor importancia que en los greens USGA y ha de estar basado en la permeabilidad de la arena empleada, la precipitación media, la pendiente y la cantidad de agua que se quiere desalojar por unidad de tiempo.



Si la pendiente es menor del 2% y las precipitaciones son abundantes, requerirá un drenaje extensivo (B). Si por el contrario, la pendiente está entre el 2 y el 3%, la mayoría del agua se irá a la parte anterior del green, necesitando sistema de drenaje solo esa zona (A).

El manejo de los greens California es más complejo debido a que:

- Mantener la fertilidad en una base de enraizamiento exclusivamente de arena es más difícil.
- Especies como el *Agrostis* son más propensas al *Pythium* en este medio.
- La ausencia de materia orgánica, aumenta la lixiviación de los fitosanitarios.

Greens USGA

Se trata de un tipo de putting greens muy utilizados en la actualidad. Durante más de 40 años ha sido el método constructivo más empleado en USA y en otras partes del mundo. Es un método que surgió en 1989 tras muchos años de estudio y que ha sido revisado en varias ocasiones (1993 y 2004).

Su coste de construcción es mucho más elevado que en los tipos de greens que revisamos con anterioridad. No obstante, cuando el número de salidas es muy elevado, son los que presentan mayor resistencia a la compactación.

Este método constructivo y su normativa se verán con detalle en el siguiente punto del temario.

Método constructivo y establecimiento

Los pasos a seguir en la construcción y establecimiento de un green son los siguientes (se seguirá la **normativa USGA**):

1. Topografía y estaquillado.
2. Construcción de la base del green y alrededores.
3. Instalación del sistema de drenaje.
4. Preparación e instalación de las capas de grava, sellado y enraizamiento.
5. Instalación del sistema de riego.
6. Moldeo final.
7. Enmiendas.
8. Fertilización.
9. Preparación final del terreno.
10. Selección de especies cespitosas.
11. Siembra o plantación.
12. Cuidados post-siembra.

1) Topografía y estaquillado

La topografía necesaria para un green no diferirá de la que se haga para el resto del campo, salvo por la necesidad de incrementar los puntos de referencia. Así, el perímetro del green se marcará con estacas cada 4-7 metros, de acuerdo a los planos del diseñador. Puede que sean necesarias más estacas para marcar excavaciones o rellenos concretos. También puede ser conveniente colocar estas estacas un metro o metro y medio por fuera del contorno definitivo del green para una mayor comodidad en el trabajo.

Además de las estacas perimetrales necesarias para realizar la excavación o relleno de un green, posteriormente se colocarán otras que marquen los desniveles del mismo a una distancia tal que nos oriente perfectamente sobre cómo debe quedar terminado el green, pero que a su vez no moleste a la hora de incorporar los diferentes materiales que lo componen.

2) Construcción de la base del green y alrededores

Es importante tener en cuenta que los niveles definitivos del green deben ser los mismos que hagamos en la base del green.

La base del green debe estar aproximadamente 40 cm. por debajo del nivel definitivo del green (de 45 a 50 cm. si el green lleva capa intermedia de sellado), y debe estar adecuadamente compactada para prevenir asentamientos diferenciales. Las depresiones donde se acumule el agua deben ser evitadas.

Si el subsuelo es inestable, como arcillas expansivas, arena o con mucha materia orgánica, los geotextiles pueden ser usados como una barrera entre el subsuelo y la grava.

La zona del anillo del green ha de tener los mismos estándares de construcción que el green.

3) Instalación del sistema de drenaje

Un sistema de drenaje subterráneo es requerido en greenses USGA. El diseño del drenaje se hará de tal manera que la tubería principal se coloque en la línea de máxima pendiente del green, y los laterales se hagan en ángulo con respecto a esa línea principal (en forma de espina de pescado). Los laterales se espaciarán no más de 5 m y se extenderán hasta el perímetro del green. Los laterales también se pondrán en las depresiones, si existen. En el final bajo de la pendiente, donde la tubería principal sale del green, las tuberías de drenaje serán situadas alrededor del perímetro del green, extendiéndose hasta el final de los primeros laterales de drenaje. Esto facilitará la evacuación del agua que pudiera acumularse en las partes bajas finales del drenaje. Las consideraciones de diseño del drenaje vendrán dadas por la disposición de las salidas del drenaje fuera de las áreas de juego, y de acuerdo a las leyes que regulan esta agua. Las tuberías de drenaje serán de plástico perforado, que cumplan como mínimo la norma americana ASTM 2729 o ASTM F 405, con un diámetro mínimo de Ø100 mm.

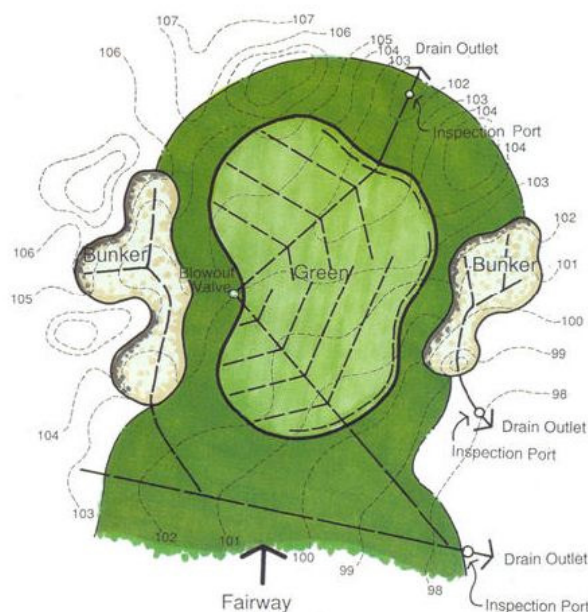


Figure 3.7. Detailed drainage-system plan for a putting green. (Courtesy of Robert Trent Jones II, American Society of Golf Course Architects.)

Drenajes de fondo plano o envueltos en geotextil no son recomendados. Las zanjas de drenaje tendrán un mínimo de 15 cm. de ancho y 20 cm. de profundidad, sobre terreno adecuadamente compactado, para que las tuberías de drenaje mantengan una pendiente constante de al menos del 0,5%. El material de las zanjas será retirado del green, y la base de la zanja será alisada y limpia. Si se utiliza el geotextil se colocará a la vez que la grava del drenaje. Bajo ninguna circunstancia el geotextil cubrirá la tubería o la grava. Una capa de grava de un mínimo de 2,5 cm. se situará en la base de la zanja.

Se debe profundizar todo lo necesario para asegurarnos la pendiente adecuada. Todas las tuberías de drenaje deben situarse sobre la cama de grava en la zanja. Las conexiones de la tubería deberán realizarse con conexiones adecuadas. Las zanjas deberán llenarse de grava, teniendo cuidado de no desplazar las tuberías.

Como una alternativa a la tubería redonda se podía utilizar tubería plana situada en la zanja directamente, cumpliendo esta tubería con la norma ASTM D 7001 (provisional), con un mínimo de 30 cm. de ancho, y no cubierto con geotextil. La tubería plana será grapeada a la base, o de lo contrario sujetado para prevenir que se mueve durante la construcción. Una combinación racional de tuberías planas y redondas puede ser utilizada en un sistema de drenaje de greenes.

4) Preparación e instalación de las capas de grava, sellado y enraizamiento

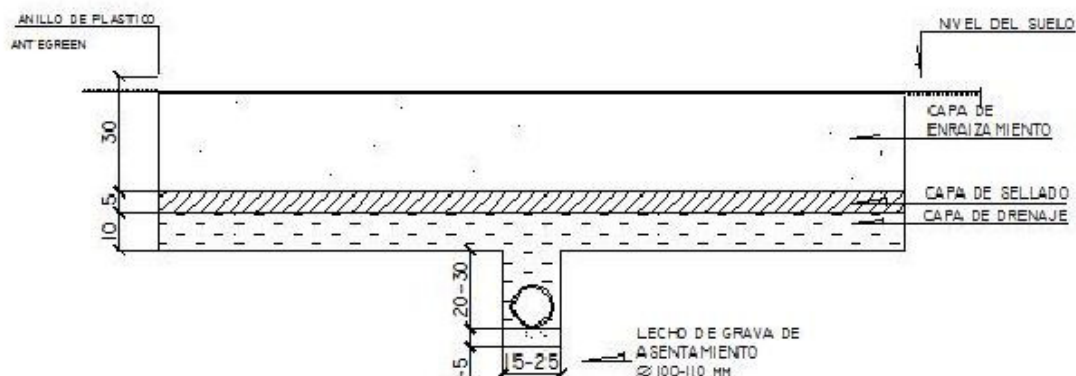
Se marcarán con estacas sobre la base del green, a intervalos suficientemente frecuentes, marcando en las mismas las cotas de la capa de grava, capa intermedia (si existe) y de enraizamiento. Así, toda la base del green se cubrirá con una capa de grava procedente de machaqueo o río, pero limpia y lavada, en un grosor mínimo de 10 cm., conforme a la superficie final deseada, con un margen de error de $\pm 2,5$ cm. Calizas, areniscas, pizarras o esquistos no son aceptables. Los materiales sobre los que tengamos dudas se someterán al test de estabilidad temporal basado en el ensayo de sulfatos ("sulfate soundness test") (ASTM C-88). Una pérdida de material mayor que el 12% en peso es inaceptable. El test de abrasión de Los Ángeles (ASTM C-131) se llevaría a cabo ante cualquier material sospechoso de ser insuficiente para estabilidad mecánica o resistir al *tráfico ordinario*. El valor obtenido de este proceso no excederá de 40. Los laboratorios de análisis de suelo podrán dar esta información.

La necesidad de una capa intermedia está basada en la distribución del tamaño de partícula de la capa de enraizamiento en relación a la capa de grava. Cuando la grava con el tamaño adecuado (ver Tabla 1) está disponible no es necesario el uso de capa intermedia. Si el tamaño de grava adecuado no puede ser encontrado, una capa intermedia debe ser usada.

A. Selección y colocación de materiales cuando se usa capa intermedia

La Tabla 1 describe el tamaño de partícula requerido para las capas de grava e intermedia cuando se requiere capa intermedia. La capa intermedia se extenderá en una capa uniforme de 5 a 10 cm. de espesor sobre la cama de grava de drenaje.

DESCRIPCIÓN DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA DE LOS MATERIALES DE LAS CAPAS DE GRAVA E INTERMEDIA	
Material	Descripción
Grava: capa intermedia es usada	No más del 10% de partículas mayores de 12 mm.
	Al menos un 65% de partículas entre 6 y 9 mm.
	No más del 10% de las partículas menores de 2 mm.
Material para la capa intermedia	Al menos un 90% de las partículas entre 1 y 4 mm.

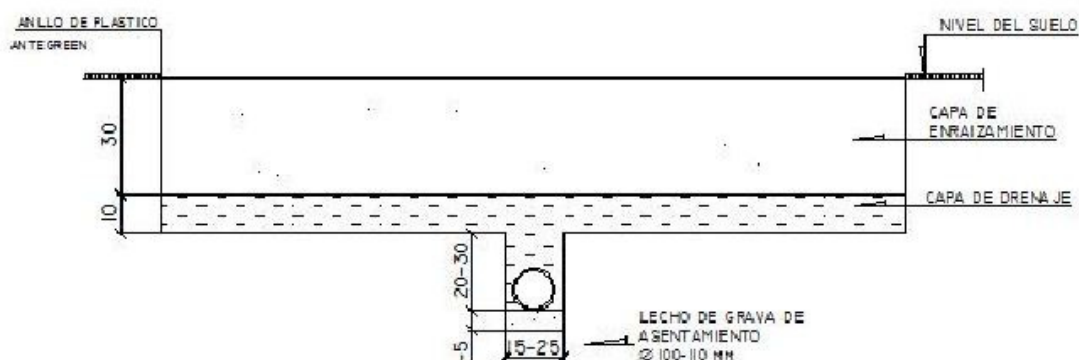


Perfil tipo de un green USGA con capa intermedia.

B. Selección de grava cuando no es necesaria la capa intermedia

Si se puede conseguir una grava adecuada (ver Tabla 2), la capa intermedia no se incluirá en la construcción del green. En algunos casos, esto puede ahorrar una considerable cantidad de tiempo y dinero.

RECOMENDACIONES DE TAMAÑO DE GRAVA CUANDO LA CAPA INTERMEDIA NO ES USADA	
Factores	Recomendación
Puenteo	D15 (grava) menor o igual a cinco veces el D85 (capa de enraizamiento)
Permeabilidad	D15 (grava) mayor o igual que cinco veces el D15 de la capa de enraizamiento
Uniformidad	D90 (grava) / D15 (grava) es menor o igual a 2,5
	No partículas mayores de 12 mm.
	No más de un 10% menores de 2 mm.
	No más de un 5% menores de 1 mm.



Perfil tipo de un green USGA sin capa intermedia.

La selección de esta grava está basada en la distribución del tamaño de partícula del material de la capa de enraizamiento. El arquitecto y/o superintendente de la construcción deben trabajar conjuntamente con el laboratorio de análisis de suelo en seleccionar la grava apropiada. Cualquiera de los dos siguientes métodos puede ser usado:

- 1) Enviar muestras de los diferentes materiales de grava al laboratorio cuando se remitan muestras de los componentes de la capa de enraizamiento. Como línea general, buscar grava entre 2-9,5 mm. El laboratorio determinará primero la mejor mezcla como capa de enraizamiento, y testará las muestras de grava para determinar si alguna cumple los parámetros anteriormente citados.
- 2) Remitir las muestras de la capa de enraizamiento definida y preguntar al laboratorio por una descripción de la distribución del tamaño de partículas requerido para la grava, basado en los análisis de la capa de enraizamiento. Usar esta descripción para localizar una o más gravas que puedan cumplir estas descripciones y mandar, a continuación, estas muestras al laboratorio para su confirmación.

La grava que cumpla estos requerimientos no necesitará de capa intermedia. No es necesario comprender los detalles de estas recomendaciones, la clave es trabajar conjuntamente con el laboratorio en la selección de la grava. El cumplimiento estricto de estos criterios es imprescindible, la omisión al seguir estas recomendaciones podría llevar al fallo posterior en los greens.

El criterio está basado en principios físicos (engineering) los cuales confían en que el 15% de las partículas de la capa de enraizamiento se "puentean" con el 15% de las partículas más pequeñas de la grava. Los huecos más pequeños se tapan, y así se previene la migración de partículas de la capa de enraizamiento hacia la grava, manteniéndose aún una permeabilidad adecuada. El D85 (de la capa de enraizamiento) está definido como el diámetro de partícula por debajo del cual está el 85% de las partículas en peso. El D15 (grava) está definido como el diámetro de partícula por debajo del cual está el 15% de las partículas en peso.

- Para el puenteo debe ocurrir que el D15 (de la grava) sea menor o igual que cinco veces el D85 (de la capa de enraizamiento).

- Para mantener una adecuada permeabilidad entre la grava y la capa de enraizamiento, el D15 (de la grava) debe ser igual o mayor que cinco veces el D15 (de la capa de enraizamiento).
- La grava tendrá un coeficiente de uniformidad (D90/D15) menor o igual a 2,5.

Además, cualquier grava seleccionada pasará en un 100% un tamiz de 12 mm., no más de 10% pasará por un tamiz de 2 mm. y no más de un 5 % pasará por un tamiz de 1 mm.

Preparación e instalación de la capa de enraizamiento

La arena usada en las capas de enraizamiento USGA será seleccionada para que la distribución del tamaño de partícula de la mezcla final de la capa de enraizamiento cumpla con la Tabla 3.

DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE ARENA PARA CAPAS DE ENRAIZAMIENTO USGA		
Nombre	Diámetro de partícula (mm)	Recomendación
Grava fina	2-3,4	No más del 10% del total, y no más de un 3% de grava fina (mejor nada)
Arena muy gruesa	1-2	
Arena gruesa	0,5-1	Un mínimo del 60% en este rango
Arena media	0,25-0,5	
Arena fina	0,15-0,25	No más del 20%
Arena muy fina	0,05-0,15	No más del 5%
Limo	0,002-0,05	No más del 5%
Arcilla	< 0,002	No más del 3%
Total finos	Arena muy fina + limo + arcilla	Menor o igual al 10%

Selección del suelo:

Si se usa suelo en la capa de enraizamiento, éste debe contener un mínimo de contenido en arena del 60% y la arcilla debe estar entre un 5 y un 20%. La distribución del tamaño final de partícula de la mezcla de arena/suelo/turba se ajustará a esas líneas maestras, y entrarán en las propiedades físicas descritas.

Selección de la materia orgánica:

Turbas. Es la más común de las materias orgánicas usadas. Si es seleccionada, tendrá un mínimo de contenido en materia orgánica del 85% en peso determinado por “pérdida sobre ignición” (loss on ignition) (ASTM D 2974 Method D).

Otras fuentes de materia orgánica. Otras fuentes como cáscara de arroz, corteza finamente molida, serrín u otros productos derivados de la basura son aceptables si están compostados en una fase de mesofílica a termofílica, y con la aprobación de un laboratorio de análisis físico del suelo. El compost utilizado tendrá un mínimo de un año. Además, la capa de enraizamiento

con compost debe tener las propiedades físicas recomendadas. Los composts pueden variar no solo con la fuente de que provienen, sino de montón en montón. Se debe tener una precaución extrema cuando se haga la selección de un compost. Estos composts deben mostrarse no fitotóxicos usando bioensayos sobre *Agrostis* y Bermuda.

Otras enmiendas inorgánicas. Enmiendas porosas inorgánicas tales como arcillas calcinadas (cerámicas porosas), diatomeas calcinadas y zeolitas podrán ser usadas en lugar de o en conjunción con la turba en la capa de enraizamiento, partiendo de que el tamaño de partícula y los criterios de ejecución de la mezcla sean realizados. Los usuarios de estos productos deberían tener conocimiento de las considerables diferencias entre diferentes productos, y que experiencias a largo plazo con estos materiales no se han hecho. Cualquiera de estas enmiendas requiere que sean incorporadas en todo el perfil de la capa de enraizamiento (30 cm.) Las poliacrilamidas y materiales reforzados no son recomendados.

Propiedades físicas de la capa de enraizamiento: Estas se resumen en la Tabla 4, como están testadas por el protocolo USGA (propuesto de los estándares ASTM).

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA CAPA INTERMEDIA	
Propiedades físicas	Rangos recomendados
Porosidad total	35-55%
Macroporosidad (Porosidad air-filled)	15-30%
Microporosidad (Porosidad capilar)	15-25%
Conductividad hidráulica saturada	Mínimo de 150 mm/h

5) Instalación del sistema de riego

El sistema de riego estará instalado y funcionando antes de la plantación del green. Los más modernos sistemas consisten en la colocación de bocas de riego colocadas fuera de la zona de juego, al igual que los aspersores. Estos aspersores serán colocados formando un triángulo equilátero no mayor de 20 m. y cobertura del 50% para lograr la uniformidad deseada, instalados sobre un anillo de tubería. Normalmente un green tiene de 4 a 6 aspersores. El control de los aspersores debe ser uno a uno (no de dos en dos, como en calles), ya que permite una mayor flexibilidad.

En greens de *Agrostis*, en climas cálidos, es recomendable un segundo anillo de tuberías sobre los que se colocan aspersores, controlados de forma separada a los anteriores. Se utiliza también cuando tenemos dos tipos de agua diferentes para greens y antegreens. También es útil este sistema cuando el antegreen está construido en tierra, con tasas de infiltración muy diferentes; se utilizarán entonces aspersores sectoriales en vez de circulares. También cuando las especies son diferentes.

6) Moldeo final

La capa de enraizamiento debe asentarse firmemente después de dicha nivelación. Esto se logra en gran parte con las operaciones realizadas por las máquinas utilizadas en el green. Pero necesitan de esfuerzos especiales las capas de enraizamiento de arena usadas hoy día. Normalmente se ha usado una regla con protuberancias tirada de un vehículo motorizado (p.

e., una rastrilladora de bunker), después de esto se pasa un rulo con vibro (motorizado) repetidamente hasta que consigamos el grado de firmeza deseado. Entre pase y pase de rulo es conveniente regar. La nivelación final incluye rastrillado mecánico, dragado (eliminación de lo grueso) y rastrillado manual. Ciertos tipos de rastrilladoras de bunkers pueden ser adaptadas para usarse en el alisado final del green. Repetidos rastrillados en resultarán en una superficie más firme y uniforme. Para terminar el perímetro debe chequearse con un nivel para comprobar que los niveles están dentro del margen de 13 mm que especifican los planos del diseñador.

Antes de la nivelación final del green puede ser necesario realizar una fumigación del mismo. Esta labor, solo se recomienda, en alguno de los siguientes casos:

- En áreas propensas a ataques de nematodos.
- En áreas con graves problemas de malas hierbas perennes, tipo grama o castañuela.
- Cuando la capa de enraizamiento contiene suelo no esterilizado.

7) Ajuste del pH del suelo (enmiendas)

Los principales ajustes de pH se harán anteriormente a la nivelación final, ya que los materiales serían incorporados en, al menos, los 10-15 cm superiores de la capa de enraizamiento. El carbonato cálcico en la forma de caliza agrícola es comúnmente usado sobre suelos ácidos, un grano fino sería preferible para una rápida respuesta. Si además de ser un suelo ácido, se tiene una deficiencia en magnesio, se usará dolomita magnésica. El azufre se incorporará en suelos alcalinos con un pH entre 7,5 y 8,4, a menos que haya demasiada arcilla. La cantidad aportada estará basada en las recomendaciones del análisis químico del suelo. Esta cantidad será la misma en todos los greens.

En principio, estos aportes se pueden realizar después de que los materiales de la capa de enraizamiento estén el green, o a la vez

8) Fertilización

La incorporación de ciertos fertilizantes en los primeros 7,5-10 cm., antes de la plantación es necesaria en la mayoría de los casos. Las cantidades a aportar de P y K vendrían dadas en las recomendaciones que nos dan los análisis químicos de suelo.

El aporte de N estará en torno a 1-2 Kg. /100 m², en la forma de equilibrio 1:1:1. El 50-75% de este nitrógeno será de liberación lenta (también podría ser conveniente que el K viniera en esta forma). Como se dijo anteriormente, es importante controlar posibles deficiencias en micro elementos, particularmente en greens con base de arena.

El abono se aplicará con una abonadora manual y se mezclará con un motocultor a baja velocidad para que la mezcla sea lo más uniforme posible.

9) Preparación de la cama de siembra

El objetivo es preparar una cama de siembra que esté “a tempero”, o sea con una humedad y finura óptimas. Una vez que se haya realizado la fumigación (si procede) debe evitarse la contaminación del green con suelo no tratado. Son numerosas las herramientas y técnicas diferentes que se emplean para esta preparación final, y que incluyen numerosos pases de rastrillo manual, pases de estera flexibles de metal o tabloncillos flotantes en pases en forma de bucle.

Una inadecuada preparación final puede llevarnos a la necesidad de constantes recebos e incluso a retrasar la apertura del campo.

10) Selección de especies cespitosas y cultivares

Es una decisión sumamente importante. Según la especie elegida habrá que decidir si se siembra o se planta y el método para hacerlo. Las especies han de tener las siguientes características para ser empleadas en greens:

- Tolerar alturas de corte muy bajas.
- Crecimiento bajo y rastrero con hojas erectas.
- Hojas de textura fina.
- Tolerancia al pisoteo.
- Cierta resistencia a las enfermedades y a otras plagas.

Hay una serie de factores fundamentales a tener en cuenta a la hora de la elección de la especie y cultivar.

- Climatología. Es el factor más determinante, habrá que tener en cuenta el tipo de campo, es decir, si es comercial o de socios y las épocas de más juego para determinar el tipo de hierba preferible para ese momento del año en ese determinado clima.
- Calidad y cantidad de agua. La salinidad del agua de riego nos va a obligar a elegir especies tolerantes a esta.
- Tipo de suelo. Se suele utilizar el método USGA o arenas con especificaciones próximas a dicha norma. Si se utiliza una mezcla de tierra y arena se debe tener en cuenta a la hora de elegir la especie a utilizar.
- Calidad exigida y presupuesto de mantenimiento. No es recomendable usar una especie que requiere un mantenimiento intensivo si el presupuesto para el mantenimiento no es suficiente para realizar las prácticas culturales necesarias para su correcto manejo, ya que a la larga la calidad del green no será ni mucho menos aceptable.

PRINCIPALES ESPECIES EMPLEADAS EN GREENS	
COOL SEASON GRASSES	WARM SEASON GRASSES
<i>Agrostis palustris</i> (Penn A1, A2, A4, G1, G6; L93; Declaration; Tyee; Seaside II)	Bermuda híbrida (Tifgreen; Tifeagle; Miniverde; Champion)
<i>Agrostis capilaris</i> y <i>Agrostis canina</i>	<i>Paspalum vaginatum</i> (Platinum; Sea Isle Supreme)
<i>Festuca rubra</i>	
<i>Poa annua</i>	

11) Siembra y/o plantación

Este establecimiento debe ser realizado cuando se tengan las condiciones óptimas para ello. Una vez que el sistema de riego esté finalizado y operativo el factor que más influye es la temperatura. Así, la germinación de las especies de clima frío lo hará mejor en el intervalo de 16-30 °C, mientras que las especies de clima cálido, reproducimos vegetativamente, lo harán entre 27-35 °C. De esta manera, la mejor época para las especies de clima frío serán finales de verano-principios de otoño, y para las de clima cálido será finales de primavera-principios de verano. El respetar estos períodos es crítico a la hora de una óptima implantación de dicho césped. En caso contrario, se incrementarán las posibilidades de desarrollar más zonas peladas, con la subsiguiente erosión y la necesidad de resiembras.

Antes de seguir con los consiguientes pasos en la construcción del green, quisiera destacar que sería imprescindible recoger muestras de cada green y mandarlas a analizar. Los resultados de estos análisis nos ayudarán en la toma de decisiones sobre el ajuste del pH (enmiendas) y la cantidad de fósforo y potasio a añadir. Es importante estar pendiente del contenido de otros elementos menores, de la salinidad, del contenido de sodio y de boro, para anticiparnos a posibles futuros problemas.

Los tres principales métodos de establecimiento de un green son el sembrado, el esquejado y el tepeado. En la siguiente tabla se dan dosis:

Especie	Esquejado (m ³ /100 m ²)	Semillado (g/m ²)
Agrostis	0,26-0,40	2,5-5
Bermudas	0,40-0,50	

Semillado

Es imprescindible que la semilla sea certificada. La presencia de *Poa annua* y *Poa trivialis* es un problema creciente. El método tradicional de siembra implica el aporte con una abonadora/sembradora centrífuga, seguida de una incorporación superficial del mismo (6,4 mm.). Para asegurar una perfecta distribución de la semilla se harán dos pases cruzados perpendicularmente con el 50% de la semilla cada uno. Debido al poco peso de la semilla se

puede mezclar con materiales ligeros como harina de maíz o lodos activados. No echar la semilla cuando haya viento.

Puede ser interesante echar semilla pregerminada para una mayor rapidez en el establecimiento. Tan importante como la siembra es la cubrición con un pase de rastrillo o similar y un rulado ligero de la superficie. Es necesario que el suelo esté seco para que estas operaciones se hagan lo mejor posible. Todos los esfuerzos se harán para que al caminar sobre el green no queden marcas de pisadas.

Se puede incorporar la semilla mediante hidrosiembra siempre que no haya problemas para mantener la humedad constantemente. No es conveniente aplicar el fertilizante con la hidrosiembra, sino previamente.

Esquejado

El proceso adecuado para esta operación es la siguiente:

- 1) Distribución manual de los esquejes sobre la superficie del green.
- 2) Introducir los esquejes en el terreno (p.ej., con un rulo acanalado).
- 3) Recebar con material idéntico al de la capa de enraizamiento, a razón de 0,21-0,35 m³/100 m².
- 4) Rular para que entren en contacto suelo y esqueje, y se alise la superficie.

Si la superficie del green es grande, o se tarda mucho, se debe regar la porción del green que esté plantada, aunque se esté trabajando en el resto.

Se pueden usar tablones de madera para que pase el personal de construcción de manera que evitemos al máximo el pisoteo y el dejar marcas.

Al igual que antes, este método se puede realizar con una hidrosembadora.

Tepeado

El tepeado de greens durante la construcción de campos de golf nuevos es cada vez más frecuente. Se realiza con tepes lavados. Es muy utilizado cuando un green está siendo reconstruido o se debe tener rápidamente en juego.

Es imprescindible que el tepe esté lavado y limpio de suelo, o que el tamaño de partícula sea idéntico al del lugar donde se va a colocar. El grosor mínimo de tepe es de 1,3 cm. La colocación de estos tepes requiere gran paciencia para que el resultado final sea óptimo.

La superficie final debe quedar perfectamente lisa, con perfectas uniones entre tepes y sin labio entre tepe y tepe. El uso de tablones alrededor del área de tepeado es recomendable para minimizar los problemas de pisadas.

El tepe debe ser rulado y regado inmediatamente después de su colocación. Después de esto dar un ligero recebo, que se repetirá semanalmente hasta que se logre la lisura deseada. El material de recebo debe ser el mismo que el de la capa de enraizamiento.

Mulching

No es práctica habitual si el sistema de riego funciona correctamente, pero puede ser beneficioso en greens sembrados de *Agrostis* fuera de tiempo o en condiciones no óptimas.

El mulching es una de las mejores prácticas culturales para lograr un rápido y uniforme establecimiento del césped. Aún más en greens cuya base es la arena y bajo condiciones de alta evapotranspiración.

Como mulching se pueden usar cubiertas sintéticas, siempre y cuando se retiren en el momento adecuado. También se puede usar paja (0,55-0,73 TN/ha), preferiblemente en combinación con algún tipo de cubierta asfáltica. La paja puede ser aplicada con un soplador que evitará el pisoteo sobre el green. Es importante eliminar total o parcialmente esta paja cuando el césped tenga 13 mm para que la sombra no impida un adecuado crecimiento de los tallos. En la hidrosiembra puede ser conveniente usar pulpa de celulosa como mulch a dosis elevadas.

12) Cuidados post-siembra

Las adecuadas prácticas culturales después de la plantación son esenciales para lograr un establecimiento exitoso del césped.

Riego

Es la primera prioridad después de la plantación para evitar la pérdida de plantas por desecamiento. El riego inicial debe ser lo bastante largo para que llene completamente la zona radicular. Los siguientes riegos deben ser ligeros y frecuentes para mantener la superficie húmeda. El objetivo es mantener una superficie húmeda durante las primeras dos o tres semanas. Esto implica regar una o dos veces al día si la superficie tiene mulch o tanto, como cada hora, si la base del green es arenosa, sin mulch y hay demanda evaporativa alta.

Siega

Debe ser iniciada cuando los jóvenes tallos estén fuertemente enraizados, a una altura variable de 6,4-10,2 mm., lo que ocurre normalmente entre las 4 y 6 semanas posteriores a la plantación. Es aconsejable utilizar una segadora manual afilada, con rodillos sólidos para minimizar el daño. El momento óptimo del corte es cuando la superficie del green está seca, normalmente al mediodía. Los restos de siega no se recogen durante estos primeros cortes.

Los esquejes de bermuda se cortan inicialmente a 6,4 mm durante cuatro a seis semanas. Después de conseguir un adecuado crecimiento de tallos y estolones, la altura puede ser bajada gradualmente hasta los 3,2 mm.



REAL FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE GOLF



Al principio estos greens se segarán de 3 a 4 veces por semana, dependiendo del crecimiento de los mismos. Esta frecuencia se irá acortando hasta llegar a siegas diarias para lograr un green maduro y de alta calidad. Se hará con cortacéspedes helicoidales de 9 u 11 cuchillas.

La bajada de corte se hará de tal manera que minimicemos el escalpado o “scalping”. Los recogedores se pondrán cuando el crecimiento sea tal que pueda sombrear a la hierba y favorezca la aparición de enfermedades.

Será necesario el uso de groomer, cepillos o peines para prevenir o combatir el problema del espigado. También puede ser útil un pase de verticut o corte vertical cada 5-10 días en momentos de gran crecimiento de la hierba.



3. TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS

TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS

3.1 Conceptos básicos

Si se sigue un buen manejo de las labores culturales, realizando siegas a la altura adecuada, riegos ajustados a las necesidades y un abonado equilibrado, conseguiremos mantener la planta sana evitando en gran parte que sufra enfermedades. Pero a pesar de las anteriores medidas de prevención podremos encontrarnos con alguna enfermedad, plaga o mala hierba.

Para combatir estos problemas se utilizarán productos químicos que, por medio de una o varias sustancias, tienen como finalidad no sólo contrarrestar el posible daño que puedan ocasionar a la planta sino también reducir al mínimo sus efectos nocivos contra el medio ambiente. Los principales productos son:

- Insecticida: Repelentes, exterminadores de insectos.
- Fungicidas: Previenen o eliminan hongos.
- Herbicidas: Control de las malas hierbas.
- Humectantes
- Reguladores de Crecimiento

En la aplicación de productos fitosanitarios es fundamental la regulación de los equipos de aplicación de forma que los tratamientos se realicen de manera uniforme y precisa.

No existe un solo sistema de clasificación de los distintos productos fitosanitarios. Los diferentes sistemas se basan en criterios muy dispares, como su naturaleza química, su mecanismo de acción o toxicidad.

Tipos de formulaciones

Distinguimos tres grandes grupos:

A. Líquidos concentrados para diluir en agua

1. Concentrado emulsionable (EC). Formulación líquida, homogénea, formada por disolución de la materia activa (sólida o líquida e insoluble en agua), en un disolvente. Para permitir su posterior dilución en el agua del tanque de pulverizar, se le añade un emulsivo.
2. Suspensión concentrada (SC). Formulación bastante moderna. Es una suspensión acuosa de materia activa sólida, insoluble en agua, finamente triturada (tamaño de partícula de 2 a 5 μ). Tiene gran riqueza en materia activa (hasta el 80%) y presenta numerosas ventajas técnico-económicas sobre EC y WP.
3. Concentrado soluble (SL). Formulación líquida homogénea que forma una suspensión verdadera de la materia activa, sólida o líquida e hidrosoluble.
4. Suspensión de cápsulas (CS). Formulación fluida heterogénea, las partículas de m.a. sólida o líquida se recubren de una membrana de polímero, formando



REAL FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE GOLF



microcápsulas de 20 μ de diámetro que se hallan dispersas en un líquido y al ser utilizadas se mantienen en suspensión en el líquido del tanque de pulverizar.

5. Emulsión acuosa (EW). Emulsión cuya fase continua acuosa.
6. Líquido para ultrabajo volumen (UL). Líquido homogéneo apto para ser empleado directamente en aparatos de ULV.

B. Sólidos concentrados para diluir en agua

1. Polvo mojable (WP). Formulación pulverulenta compuesta por m. a. sólida y algunas veces líquida, incorporada finamente triturada o micronizada (partículas de menos de 10 μ) a la materia inerte junto a tensioactivos, dispersores, estabilizantes y antiespumosos. Forma suspensión al disolverse en agua. Su riqueza va del 20 al 90% en m. a. Esta formulación está en regresión, sustituyéndose por WG.
2. Polvo soluble (SP). La m. a. sólida e hidrosoluble finamente triturada (< 10 μ) se añade a los ingredientes inertes solubles y coadyuvantes para formar una suspensión al ser diluida en agua.
3. Gránulos hidrosolubles (SG). Formulación constituida por gránulos o comprimidos cuya m. a. es hidrosoluble en el agua del tanque de pulverizar, aunque puede contener materias inertes insolubles.
4. Gránulos hidrodispersos (WG). Formulación constituida por gránulos o comprimidos que forman una dispersión al ser añadidos al agua del tanque de pulverizar.

C. Sólidos para ser aplicados directamente

1. Microgránulos (MG). Dimensión comprendida entre 100-500 μ .
2. Gránulos (GR). Entre 500-2.000 μ .
3. Macrogránulos (FG). Entre 2.000-4.000 μ .
4. Píldoras, bastoncillos o pajillas (GG). Mayores de 3.500 μ .
5. Gránulos encapsulados (CG). Gránulos con cubierta protectora para aumentar la persistencia en el vegetal.
6. Polvo para espolvoreo (DP). Mezcla de la materia activa y coadyuvantes con materia inerte. La riqueza en producto activo es menor del 5%. Está en franca regresión.



Para saber si existen incompatibilidades a la hora de mezclar productos, se ha de llevar a cabo el **test de la jarra**. Este consiste en:

“Se mezclarán todas las materias activas a emplear en un recipiente, buscando: formación de agregados, separación de productos, aumento de temperatura de la mezcla, deposición de materias activas en el fondo del recipiente, etc. Se esperará 15 minutos y se comprobará de nuevo. Si encontramos cualquiera de estas reacciones, será un claro indicador de la incompatibilidad de la mezcla”.

También es necesario probar la mezcla en una pequeña superficie para observar si produce cualquier tipo de daño en el césped.

Equipos para tratamientos

La pulverización a volumen normal es el método clásico de pulverizar. Los gastos de caldo plaguicida están entre los 500-800 litros/ha. También es conocida con el nombre de pulverización de chorro proyectado. Los aparatos utilizados se conocen con el apelativo genérico de "pulverizadores".

Componentes de un pulverizador

Los componentes o elementos fundamentales son:

1. Boquillas

Son los dispositivos que transforman una vena líquida sometida a presión en un haz de gotas llamado chorro o "jet".

Son los elementos esenciales para el éxito del tratamiento. En esencia, constan de un canal por donde llega el líquido y un orificio. El paso del líquido bajo presión a través del orificio provoca su fragmentación en gotas. La configuración del canal y la forma de los bordes del orificio determinan la forma del chorro, el tamaño de las partículas, su trayectoria y la fuerza de impacto. Se componen de cuerpo y núcleo, que a su vez, comprende el filtro, los discos y la cabeza o punta.

Los materiales más frecuentes para el cuerpo son:

- Acero inoxidable: inatacable, pero caro.
- Nylon: resistente a la corrosión y a la abrasión, pero atacado por algunos disolventes.
- Alúmina: no resistente a la corrosión, corta vida útil.
- Latón: no resiste la abrasión de bastantes formulaciones en polvo mojable.
- Materiales termoplásticos.

Los materiales más frecuentes para cabezas y discos, además de los anteriores son:

- Cerámica o porcelana: muy resistente a la abrasión y corrosión, y de larga vida.
- Carburo de tungsteno: también muy resistente.

Tipos de boquillas:

Según la característica constructiva, diseño, forma del chorro producido y tamaño de las gotas, se clasifican y denominan las boquillas, pudiendo existir una aparente asintonía entre diversos fabricantes. Por ello, nosotros vamos a distinguir cuatro tipos:

- a) De turbulencia. Se obliga a pasar al líquido bajo presión antes del orificio de salida, por un deflector que contiene ranuras helicoidales y orificios en forma de cilindros oblicuos, provocando un torbellino o movimiento de remolino del líquido. Este movimiento se mantiene al salir al exterior dando lugar a un cono hueco de 80º, con gran cantidad de gotas y de mayor tamaño en los bordes, y muy pocas y finas en su interior.
- b) De hendidura. Se denominan así, por la forma del orificio de salida que, en lugar de ser circular como en las anteriores es alargado en forma de hendidura. El chorro de pulverización es plano y homogéneo en forma de abanico, teniendo un ángulo de 80-110º. La cantidad de líquido decrece regularmente desde el centro del cono aplanado hacia los extremos, que es donde se sitúan las gotas más gruesas.
- c) Deflectoras. Frente al orificio de salida (calibrado como en todos los tipos), existe una superficie ancha y curvada llamada espejo, perpendicular a la salida del líquido, que actúa como pantalla deflectora, contra la cual choca, provocando un estallido del mismo que forma un gran velo de gotas que desciende al suelo. El chorro es aplanado, de poco espesor y gran anchura (ángulos de más de 160º) y de muy baja presión.
- d) De tres orificios. Constan de una placa con orificio central calibrado y un cuerpo atravesado por tres canales circulares. El chorro está formado por tres venas idénticas.

2. Bomba

Es el elemento impulsor o corazón del aparato, que transforma la energía mecánica suministrada por la toma de fuerza del tractor o por un motor auxiliar, en la energía hidráulica. Impulsa el líquido contenido en el depósito, hacia las boquillas suministrando la presión necesaria para su correcto funcionamiento.

La elección de la bomba más adecuada, en cada caso, dependerá del caudal requerido, de la presión de trabajo e incluso de la naturaleza del plaguicida a utilizar.

3. Depósito

Se fabrica con muy diversos materiales desde el hierro galvanizado y el acero inoxidable (ambos en desuso) hasta el PE (el más usado actualmente) para tanques pequeños, mientras que para tanques mayores se está imponiendo el poliéster reforzado con fibra de vidrio.

Han de tener una amplia boca de llenado provista de un filtro grosero y una tapa ajustable que permita su cierre estanco con válvula de salida del aire cuando se está llenando. Deben tener en su parte inferior un depósito de vaciado con agujero en su extremo para poder vaciar completamente su contenido cuando interese; también con un indicativo del nivel contenido.

Su contenido varía de 12-15 litros para los pulverizadores manuales, a los de 200-400 litros en los suspendidos hasta los 5.000 litros para los arrastrados.

4. Agitadores

Todos los depósitos, incluso los más pequeños, deben ir provistos de un sistema de agitación que permita mantener la suspensión del plaguicida y la homogeneidad del caldo mientras esté en el depósito.

5. Regulación de presión

Al ser todas las bombas de volumen constante es preciso tener un sistema de regulación de la presión que esté constituido por:

- Válvula reguladora de presión
- Manómetro

6. Sistemas de filtración

Para evitar obturaciones de boquillas y desgastes de bombas es preciso que el pulverizador proteja estos elementos con filtros adecuados. Es importante que se limpien después de cada uso (al final del día).

7. Tipos de pulverizadores

a) Pulverizadores manuales.

- 1) Bombas de gatillo.
- 2) Bombas de pistón.
- 3) Jeringa de doble efecto.
- 4) Efecto Venturi.
- 5) Mochila de palanca. Es la más utilizada. Usa bomba de pistón normalmente.
- 6) Mochila de presión previa.

b) Pulverizadores de motor

- 1) Suspendidos al tractor.
- 2) Arrastrados o remolcados.

9. Barras de pulverizar

También llamadas barras portaboquillas. Son imprescindibles cuando hay que tratar grandes superficies de cultivo. Consiste en un sistema de barras de hasta 36 m. de longitud que llevan uniformemente distribuidas las boquillas. Es conveniente, en nuestro caso, que lleven un sistema de plegado para su transporte y que sean regulables en altura.

El espacio entre boquillas y la altura del suelo de las mismas es función del tipo de boquillas utilizado.

10. Sistemas de regulación

Es el dispositivo que permite fijar, controlar y mantener constante un gasto determinado por hectárea, independientemente de las variaciones de las velocidades del tractor. Las variables que intervienen en la pulverización son:

- a) La presión en la barra de pulverizar, o sea en las boquillas.
- b) El caudal, en l/min, de la barra o boquillas.
- c) La velocidad de avance del tractor expresada en km/h.

11. Altura de barras

Factor condicionante, íntimamente ligado a la separación de boquillas en la barra, para el reparto uniforme en el suelo del plaguicida utilizado. Como cualquier variación de la barra podría dejar zonas sin tratar, se recomienda que, para una determinada separación entre boquillas (lo normal es cada 50 cm., salvo las deflectoras que se sitúan a metro) la altura sea la de triple recubrimiento teórico.

Tipo de boquillas	Ángulo del jet	Separación entre boquillas	Altura de la barra
Turbulencia	80º	0,50 m	0,75-0,90 m
Hendidura	80º	0,50 m	0,70 m
	110º	0,50	0,60 m.
Deflectora	160º	1 m	≥ 0,20 m
Tres orificios		0,75 m	0,70 m

ANEJO 2: CALIBRACIÓN DE PULVERIZADORES

FUNGICIDAS

Son las sustancias o ingredientes activos, así como las formulaciones o preparados que contengan uno o varios de ellos, destinados a combatir los agentes patógenos para las plantas.

Es importante tener en cuenta el triángulo de la enfermedad. Para que una enfermedad se desarrolle se han de encontrar tres factores presentes: el patógeno, el hospedante y las condiciones ambientales favorables para el desarrollo de la enfermedad.

Modos de acción

Los fungicidas según su modo de acción se pueden clasificar en:

- **De contacto.** Se encuentran activos en la superficie de la planta. Son muy susceptibles al lavado. Suelen ser curativos, se aplican cuando la enfermedad ya ha aparecido. La mayoría son de amplio espectro, por lo que no son susceptibles a generar resistencia.
- **Penetrantes.** Activos dentro de la planta. Permanecen en el área de entrada a la planta. Tienen mayor vida residual que los de contacto y son menos susceptibles al lavado.
- **Sistémicos.** Permanecen activos dentro de la planta y protegen los nuevos brotes. No son susceptibles al lavado y poseen acción preventiva y curativa. Son fungicidas específicos, debido a esto son susceptibles a crear resistencias.

Resistencias

Las resistencias a los fungicidas se dan cuando una población de hongos, que originalmente era sensible a un fungicida, se vuelve menos sensible debido a cambios heredables después de un periodo prolongado de exposición a dicho fungicida.

La resistencia puede ser:

- **Cruzada.** Resistencia a dos o más fungicidas de la misma clase.
- **Múltiple.** Resistencia a más de una clase de fungicidas.

Cada fungicida tiene un número de aplicaciones determinadas, a partir de ese número el patógeno empieza a generar resistencia y el fungicida pierde efectividad.

Tratamientos preventivos y planning anual

Si queremos mantener una buena calidad de las superficies de juego será recomendable establecer un calendario de tratamientos preventivos. De este modo, nos adelantaremos a la aparición de la enfermedad y minimizaremos los daños que esta pudiera causar en el césped.



También es de vital importancia establecer un planning anual de tratamientos en función de la zona donde se encuentre el campo de golf, basado en la experiencia del greenkeeper y teniendo en cuenta la presión de enfermedades de la zona.

ANEJO 3: CUADRO FUNGICIDAS

INSECTICIDAS

Son las sustancias o ingredientes activos, así como las formulaciones o preparados que contengan uno o varios de ellos que están destinados a la eliminación de insectos y plagas. Aunque lo deseable es combatirlos antes de que éstos aparezcan, a menudo la presencia de insectos es imperceptible hasta que los daños son visibles.

Información de importancia para cada plaga:

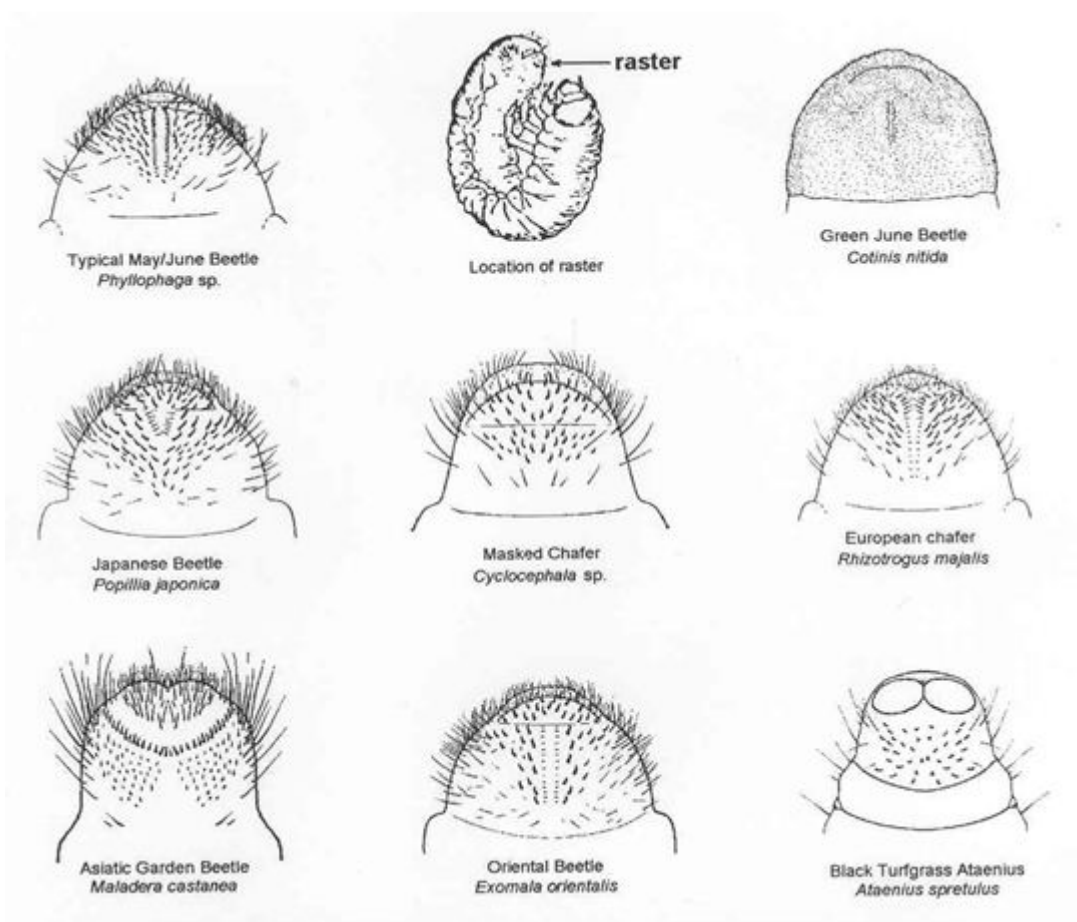
- Ciclo de vida y época del año para: adulto, larva y daño en el césped.
- Cómo y cuándo realizar control de poblaciones para cada plaga.
- Estimar un umbral (a partir de ahí causa daño).
- Tratamientos: medidas culturales y/o insecticidas.
- ¿Qué tipo de insecticidas hay que usar?

A continuación se muestra un cuadro con las principales plagas de césped, época de aparición, umbrales y tratamientos.

Pest	Adults	Larvae	Threshold	Treatment	Timing of treatment
European crane fly	Aug, Sep, May	Oct, May and June	Visible damage	1. Sevin 2. Arena	1. October 2. May
Mole crickets	Sep-April	June-Aug	Visible damage	Sevin or <u>Dylox</u>	June after 90% egg hatch
Aphodius	May	June	60/sq ft	1. Sevin or <u>Dylox</u> 2. Nicotinoid	1. June 2. May
BTA	May and June	July to early August	80/sq ft	Same as Aphodius	1. July 2. May
Japanese beetle	July and August	Sep-October	10/sq ft	Same as <u>aphodius</u>	1. Sep/Oct 2. May
European chafer	Late June early July	Sep-Nov, April	5/sq ft	Same as <u>aphodius</u>	1. Sep-April 2. July
June beetle	June-Aug	May-October	2/sq ft	Sevin or <u>Dylox</u>	When damage found

June Beetle	Mostly June	May to Nov	2 per sq. ft.	<u>Dylox</u> or Sevin, twice	When turf damage is found
Green June Beetle	Mid July (<u>Ky</u>)	Sep – Oct	2 per sq. ft	Merit etc. <u>Dylox</u> or Sevin	May to Aug Sep – Oct
Masked chafer	July	Sep – Oct	10 per sq ft for irr. Turf	Merit etc. Sevin or <u>Dylox</u>	May to Aug Sep – Oct
Oriental Beetle	July	Sep – Oct	10 per sq. ft Irr. Turf	Merit etc. Sevin or <u>Dylox</u>	May to Aug. Sep – Oct
Bluegrass Billbug	May to early June, Aug.	July to early August	Damage or 1/3 of turf stems	Arena	Mid May
Chinch bug	May and again in Aug	June to Aug	20 bugs in 2 min of	Merit or other	May to July

Las diferentes especies de gusanos blancos son muy parecidas morfológicamente. Por lo tanto, para distinguirlas habrá que tener en cuenta su tamaño y el raster pattern (forma en la que se disponen unos pelos que se encuentran en el extremo de su cuerpo).



Diferentes raster petterns de las diferentes especies de gusanos blancos.

Para usar los insecticidas de una forma eficiente es fundamental saber donde se encuentra la plaga. En función de esto, las aplicaciones se realizaran de un modo u otro.

Las plagas se pueden encontrar en:

- En las hojas y los tallos.
 - Los insecticidas pulverizados funcionan mejor.
 - Aplicar insecticida de 10 a 43 galones por acre.
 - Usar boquillas de cono hueco (hollow cone), para una aplicación de gota fina.
 - No aplicar si el viento es mayor a 7 km/hr.



- En el thatch.
 - Insecticidas para pulverizar (EC, F).
 - Boquillas de cono hueco o de aplicación de herbicidas.
 - Aplicar de 60 a 90 galones por acre.
 - Usar insecticidas que se unan al thatch.
- En el suelo y en las raíces.
 - Insecticidas para pulverizar (solo con sistema de riego). Regar primero el césped, aplicar insecticida en 200 galones de agua por acre y volver a regar.
 - Granulares. Se pueden aplicar cuando el césped está seco y permanecen activos hasta la próxima lluvia o riego.

¿Por qué fallan los insecticidas?

Los insecticidas fallan por diferentes motivos, los principales son:

- Elección incorrecta de un producto para una determinada plaga.
- Identificación incorrecta de la plaga.
- Formulación equivocada.
- Aplicación en la época incorrecta.
- Calibración deficiente del equipo.
- Desactivación en el tanque. Hidrólisis alcalina con $\text{pH} > 7,5$ en algunas materias activas.
- Incompatibilidad. Evitar mezclar EC con WP.
- Desactivación en la superficie (volatilización, fotodescomposición, etc).



HERBICIDAS

Son productos destinados a combatir las malas hierbas, considerando como tales cualquier planta que aparece en un sitio o momento indeseado. Las malas hierbas son perjudiciales para el césped debido a que interfieren en el crecimiento de las especies cultivadas, compitiendo con ellas por el agua, los nutrientes, los minerales, la luz y el espacio. Si su aparición no se controla adecuadamente puede llegar a alterar el aspecto y las condiciones requeridas en la superficie de juego.

La aparición de malas hierbas se debe diversos motivos:

- Cuando se prepara un suelo para proceder a la siembra de un nuevo césped, puede que permanezcan algunas semillas de las especies que estaban allí.
- Otras veces estas semillas vienen mezcladas entre las semillas del nuevo césped.
- El viento y las aves son vehículos de transporte para las semillas.
- Algunas prácticas inadecuadas de mantenimiento también favorecen su aparición, por ejemplo, cortes muy bajos e intervalos de siega altos, riego insuficiente o exceso de abono nitrogenado.

Preemergentes.

Se refiere al momento de aplicación, no a la actividad del herbicida. La hierba ha de germinar para que pueda ser controlada. Tienden a permanecer en el suelo más tiempo.

¿Cómo actúan?

- Necesitan controlar hierbas germinadas.
- Controlan tanto a anuales como perennes.
- Han de estar aplicados antes de que se produzca la nascencia, teniendo en cuenta que no son activos de manera permanente. Si lo ponemos muy pronto, se degradan.
- La mayoría se absorben por la raíz y paran la división celular (Inhiben la mitosis). Por lo general todas las semillas tiran primero las raíces y luego las hojas.

Características generales.

Después de la aplicación, necesita lluvia o riego para activarlo.

Son poco solubles en agua.

Por este motivo, tiene un coeficiente de adsorción alto. Se quedan pegados a la materia orgánica del colchón.

Suelen tener una vida relativamente larga en el suelo. Se descompone lentamente.

Algunos son susceptibles de volatilización.



Evitar la aplicación muy cerca del momento del establecimiento del césped.

Productos disponibles en Estados Unidos.

Benefin.

Benefin+Oryzalin.

Benefin+Trifluralin.

Oryzalin.

Pendimethalin. También post.

Prodiamine. También post.

Bensulide. Se puede usar en Agrostis en greens. También post.

DCPA. Tiene actividad postemergente también.

Dithiopyr. También postemergente hasta el estado de la 3 hoja. Se puede usar en Agrostis en greens.

Oxidazon. Inhibe la producción de clorofila. También post.

Siduron. Inhibe la producción de raíces. Muy seguro en hierbas de clima frío recién establecidas.

La duración del herbicida en el suelo depende de muchos factores:

- Temperatura, humedad y tipo de suelo.
- Colchón.
- Actividad microbiana.
- Densidad del césped.
- Fotodescomposición.

Postemergentes.

Lo primero es saber que hay dos tipos principales, los selectivos y los totales, lo segundo es que los hay sistémicos y de contacto.

Hay una serie de recomendaciones que hacen que este tipo de medida de control sea más efectiva:

- Mejor mientras más joven sea la planta. Tiene menos desarrollada la cutícula y menores órganos de reserva.
- Debe de entrar en la planta y ser metabolizado. Las plantas jóvenes tienen un metabolismo muy alto por la alta tasa de crecimiento. No aplicar durante periodo de sequía por que el metabolismo se ralentiza y la cutícula se hace más fuerte.
- Evitar segar inmediatamente antes y después del tratamiento.

Productos disponibles en Estados Unidos.

- **Hoja ancha.**
 - 2, 4 D.
 - MCPP.
 - MCPA.
 - Dicamba.
 - Triclopyr.
 - Clopyralid.
 - Bromoxynil.
- **Hoja estrecha.**
 - Metharsonate.
 - Fenoxaprop.
 - Dithiopyr.
 - Quinclorac.
 - Metribuzina.
 - Rimsulfuron.



Herbicidas no selectivos.

Son herbicidas que matan todas las plantas que mojan. Se usan principalmente para las renovaciones, para controles puntuales de malas hierbas resistentes, para el control de hierbas de clima frío en hierbas de clima cálido, para delimitar líneas de hierba (caminos) y en zonas donde no hay césped (corteza de pino).

Diquat.

Pelargonic Acid.

Glufosinate.

Glyphosate.

Teniendo en cuenta esto, es necesario que los greenkeepers actúen con métodos preventivos, realizando las siegas, las fertilizaciones y los riegos adecuados en frecuencia, cantidad y calidad, lo que mantendrá el césped denso y fuerte a la invasión de otras especies.

HUMECTANTES

Los agentes humectantes aseguran la humedad necesaria, en el suelo, para la planta, ayudan a evitar las manchas de secas, reducen el estrés de la planta en relación con el agua, disminuyen la necesidad de riego y garantizan una distribución uniforme del agua a través de la raíz.

Mejoran la penetración de agua en suelos secos o con hidrofobia. Por ejemplo, alivian las manchas de secas o “dry spot”. Estas manchas marrones son más acusadas con tiempo caluroso y seco. Se desarrollan principalmente en greens con base de arena o con alto nivel de materia orgánica acumulada o thatch.

Aunque los agentes humectantes son una herramienta relativamente nueva, se ha comprobado que resultan valiosos para mantener en buen estado greens, tees y calles.

ANEJO 4: PROGRAMA HUMECTANTES

REGULADORES DEL CRECIMIENTO

Un regulador de crecimiento (RC) es un componente orgánico, natural o sintético que, cuando está presente o se aplica al césped en pequeñas cantidades, influye en el crecimiento y desarrollo de éste. Dichos cambios implican un aumento en la densidad del césped, color, profundidad de raíces, etc.

Investigaciones llevadas a cabo durante estos últimos años han revelado otros beneficios fisiológicos además de los citados con anterioridad. Dichos beneficios son: aumento en la síntesis de carbohidratos y clorofila, reducción de los requerimientos hídricos, reducción de infestaciones por *Poa annua* y mayor tolerancia al estrés.

A pesar de su extendida aplicación, los Reguladores de Crecimiento son una herramienta sofisticada de mantenimiento, siendo bastante limitados los conocimientos a cerca de sus efectos sobre el crecimiento del césped y sobre su fisiología, por lo que parece esencial que los greenkeepers tengan un entendimiento claro de las ventajas e inconvenientes de su uso.

La aplicaciones de RC deben ser evitadas en períodos de máximo estrés para la planta (pleno verano o invierno), o cuando están previstos trabajos culturales (como por ejemplo pinchados huecos, o verticut profundos), puesto que la capacidad de recuperación de la planta puede disminuir de forma considerable. En el caso de greens de Bermuda, el uso de RC debe empezar aplicarse después de la salida de latencia invernal y tras varias siegas para no retrasar la salida de la dormancia.

Usos más frecuentes

Reducción y control de *Poa annua* en greens de Agrostis y Bermuda

Si se persigue una transición gradual de Poa a Agrostis, los RC de la clase B han de ser los más adecuados para este fin. Su actividad sobre el césped resulta en un acortamiento de la distancia de los entrenudos de los tallos y una reducción de la elongación de las hojas y las raíces. Los RC de la clase C también pueden ser empleados para este fin. No obstante, debido a su modo de acción producen una pérdida de calidad del césped mayor que la provocada por los de la clase B.

A pesar de las diferencias químicas entre las diferentes clases, ambas actúan del mismo modo. Ambos controlan el crecimiento de la Poa de manera selectiva, creando una ventaja competitiva a favor de las especies perennes deseadas. Dentro de la primera o segunda semana después de la aplicación, la decoloración de la Poa comienza a ser evidente. Durante este periodo de regulación del crecimiento, la Poa sigue viva pero su crecimiento es muy reducido. Al mismo tiempo el Agrostis crece de manera más intensa, ganándole terreno a la Poa.

El paclobutrazol y el flurprimidol (Clase B) son las materias activas más adecuadas y más empleadas para este fin.

- Paclobutrazol. Es absorbido por la raíz por lo que se ha de aplicar un riego dentro de las 24 horas posteriores a su aplicación. En greens de Agrostis se han de realizar aplicaciones en otoño y primavera durante varios años para erradicar los biotipos perennes de *Poa annua*. Repetidas aplicaciones se han de realizar con 3 ó 4 semanas de separación. No es recomendable su uso si la población de *Poa annua* excede del 70%.
- Flurprimidol. No es tan efectivo como el Paclobutrazol en la supresión de biotipos perennes de *Poa annua*.

Control de inflorescencias de *Poa annua*

La abundante producción de inflorescencias por parte de la *Poa annua* durante la primavera, sea quizás el mayor problema de esta especie invasiva, provocando un empeoramiento en la condición de la superficie de juego. No obstante, esta situación puede ser evitada mediante la aplicación de RC (trinexapac-etil, flurprimidol, mefluidide y etefón) durante la primavera antes de la emergencia de las inflorescencias. La aplicación durante este estadio de la planta mejorará las condiciones de juego durante unas seis semanas.

Dicha reducción o supresión de las inflorescencias se alcanza de dos modos diferentes en función de la materia activa empleada:

- Trinexapac-etil y flurprimidol. Ambas materias activas reducen el crecimiento de la planta. Esta reducción en el crecimiento origina un crecimiento más compacto de la planta y una reducción de la longitud del tallo de las inflorescencias. Esto produce una reducción de la visibilidad de estas, dando una sensación de control. No obstante, la planta sigue produciendo inflorescencias y el periodo de producción de estas se alarga en comparación con un césped no tratado.
- Mefluidide. Esta materia activa detiene el crecimiento. Por lo tanto, si se aplica en adecuadas concentraciones y en el momento idóneo, elimina la producción de inflorescencias. Sin embargo, esta parada del crecimiento puede originar problemas iniciales de fitotoxicidad que perduran entre 7 y 10 días después de la aplicación. Debido a esto, es aconsejable realizar pruebas previas a la aplicación en pequeñas zonas del vivero o del chipping green. El uso de quelatos de hierro junto con los tratamientos con Mefluidide reduce la decoloración y la densidad de la planta. Después de este periodo el césped muestra un color verde más intenso debido al incremento en el contenido de clorofila de los tejidos.

Mejora de la tolerancia a la sombra

RC como paclobutrazol y trinexapac-etil reducen la elongación celular. Dicha elongación es uno de los principales problemas que se genera bajo condiciones de sombra. En condiciones de sombra, las hojas del césped son más finas y alargadas. Las plantas producen menos tallos además de un sistema radicular más limitado debido a que la falta de luz reduce la cantidad de carbohidratos para el crecimiento.

Estudios como los de Stier y Steinke, muestran que aplicaciones de TE en intervalos de 4 y 8 semanas en greens de *Agrostis*, mejoran la calidad del césped durante todo el año. Los beneficios de la aplicaciones cada 8 semanas decrecen a partir de la sexta semana, debido a que el período de actividad del TE está entre 4 y 8 semanas. Aplicaciones mensuales a menores dosis pueden dar resultados más consistentes. No se observaron efectos negativos del uso rutinario de TE incluso durante varios años seguidos. En cualquier caso es importante recordar que la última aplicación de TE debe ser con la suficiente antelación para que sus efectos no tengan actividad en el invierno, y de esta forma no interferir en la salida del letargo en primavera (*spring green up*).



Disminución del uso de agua

Los RC producen hojas más pequeñas con menos superficie para la transpiración. También mejoran el desarrollo del sistema radicular, teniendo por tanto acceso, a zonas húmedas más profundas y reduciendo las pérdidas de agua del suelo por percolación.

Cuando los niveles de ácido giberélico son reducidos, los niveles de otras hormonas, que actúan en el cierre de los estomas, aumentan. Reduciéndose el consumo hídrico.

Estudios recientes de la Universidad Rutgers (Bian, X., Merewitz, E., Huang, B. 2009) han demostrado que la aplicación de trinexapac-etil en plantas de *Agrostis stolonifera* sometidas a estrés hídrico, en condiciones controladas, conlleva una disminución del consumo de agua (como demostró un mayor contenido de agua en el suelo), menores tasas de evapotranspiración y un mayor contenido relativo de agua en hoja. Los resultados sugieren que dichos efectos provocados por la aplicación de TE durante periodos de estrés hídrico están ligados a un menor uso de agua y al aumento en el ajuste osmótico debido a la acumulación de solutos inorgánicos y azúcares solubles. De acuerdo con el estudio, las plantas mostrarían los mismos mecanismos fisiológicos bajo condiciones de campo. No obstante, los investigadores advierten que la efectividad en la aplicación de TE puede variar de la cámara de cultivo a las condiciones de campo debido a variaciones en la temperatura y en la intensidad lumínica.

Disminución de la siega, de los restos de siega y del *scalping*

La aplicación de RC conlleva una disminución en la frecuencia de corte. Este hecho da lugar a una reducción en los costes de mano de obra y en el desgaste de la maquinaria. Del mismo modo los restos de siega se ven reducidos durante 4 semanas en un 50%. Esta reducción de la velocidad de crecimiento también reduce la tendencia al *scalping* en situaciones de falta de mano de obra o largos periodos de lluvias. De hecho en campos de golf es muy común la aplicación de TE en la cara de los bunkers para reducir el número de cortes y con el ello la mano de obra.

Estudios realizados por la Universidad de Michigan State (Baird, J. and Calhoun, R., 1997) evaluaron la efectividad de la aplicación de trinexapac-etil, sobre greens de *Agrostis*, en diferentes formulaciones (líquido y granular) y sobre el área foliar seca o húmeda. Dicha investigación arrojó una reducción del 50% de los restos de siega cuando la aplicación se realizó pulverizando el producto sobre el área foliar seca. Para la misma aplicación con el área foliar húmeda se observó una disminución de los restos de siega de un 15%. Aplicaciones granulares de TE mostraron una reducción de restos de siega del 27%.

Por otra parte, los greens de Bermuda necesitan un mantenimiento muy intensivo si se desea conseguir una superficie de juego uniforme. Tareas como el doble corte, corte por debajo de 3,2 mm, frecuentes pases de rulo, verticut y recebos semanales, son prácticas habituales para conseguir este fin. Esta intensidad de trabajo hace que en algunos casos la calidad del césped pueda verse afectada. Por ello la incorporación de RC (trinexapac-etil), como una herramienta

más dentro del mantenimiento, es una alternativa para mejorar la superficie de juego sin efectos secundarios para la salud de la planta.

Recientes estudios (McCullough *et al.*, 2006) sugieren que son preferibles aplicaciones semanales o bisemanales con dosis más bajas, que aplicaciones cada tres semanas con dosis de aplicaciones más altas, ya que se consiguen los mismos resultados en cuanto a supresión de inflorescencia, incremento de velocidad de green y reducción de restos de siega, sin los efectos negativos de las aplicaciones trisemanales tales como pérdida de color y restricción del crecimiento radicular. Otras conclusiones que se han podido obtener, son que las aplicaciones de TE deben ser restringidas antes del pinchado, ya que debido al descenso en el crecimiento lateral, el tiempo de recuperación de green es mayor.

Mejora la rodada de la bola

La aplicación de los RC afecta a la rodada de la bola de una forma indirecta, Dr. Nikolai (Putting Green Speed, 2005) afirma que no existe ningún estudio que muestre la relación directa entre la utilización de RC y el aumento de la velocidad (Rogers *et al*, 1992) y (Yelverton, 1998), sin embargo al aumentar la calidad de la superficie de pateo la bola rueda más homogénea y por lo tanto la sensación es de un green con una mayor velocidad.

Respecto a la utilización de RC en campeonatos para conseguir mayor velocidad se puede afirmar que su utilización puede producir situaciones de riesgo en la preparación del campo para la competición, ya que en caso de producirse alguna situación desfavorable para la salud de los greens, éstos no tendrán capacidad de recuperación por lo que se recomienda su utilización en aquellos greens que presenten un estado sano y una alta uniformidad.

Mejora del color y la densidad

La aplicación de los RC de la clase B conllevaba en la mayoría de las ocasiones una decoloración del césped. Sin embargo, con la aplicación de RC de la clase A y particularmente con la aplicación de TE, se ha observado una mejoría en el color. Dicha mejoría es debida al aumento en la concentración de clorofila en las hojas más pequeñas y compactas. Múltiples aplicaciones aumentan el número de brotes y la densidad. Mejorando esto los patrones de corte (*striping patterns*).

En el caso de Greens de Bermuda, según las investigaciones de Stier y Steinke 2003, los Greens que fueron tratados con TE a principios del otoño o con tres aplicaciones de verano, tuvieron una supervivencia de estolones entre el 19% y el 34% (por tanto mayor retención del color). En cambio, con relación a la retención del color en greens tratados con TE, a partir de noviembre, no se obtuvieron diferencias significativas con respecto a otros sin tratar.



Efectos fungicidas

A pesar de que los RC se llevan utilizando durante muchos años, aún no se tiene demasiada información acerca de cómo afectan al manejo de las enfermedades del césped. Estudios anteriores sugieren que los síntomas de las enfermedades son más severos en céspedes tratados con RC. No obstante, estudios recientes sobre nuevos RC han demostrado que estos no afectan al manejo de las enfermedades. De hecho, algunos poseen efectos fungistáticos. Este es el caso del paclobutrazol y el flurprimidol. El paclobutrazol es un triazole y por lo tanto está relacionado estructuralmente con algunos fungicidas muy usados. Sin embargo otros RC como el trinexapac-etil, no posee relación con ningún grupo de fungicidas y no posee actividad fungistática alguna.

Durante la década de los 90 las Universidades de Illinois y Georgia llevaron a cabo diversos estudios para evaluar el efecto de los RC, de las clases A y B, sobre *Dollar spot* y *Brown patch* en Greens.

- *Dollar spot*. El paclobutrazol actuó como fungistático y su efecto sobre la reducción del crecimiento de la planta no mostró interacción sobre el manejo de la enfermedad. Estudios posteriores del Dr. Burpee sugirieron que un pretratamiento con paclobutrazol podría mejorar el rendimiento de algunos fungicidas. El flurprimidol se comportó de la misma manera que el paclobutrazol en todos los ensayos. TE mostró una reducida actividad fungistática en laboratorio. Sin embargo, en campo redujo la gravedad de la enfermedad y mejoro el rendimiento de los fungicidas.
- *Brown patch*. En el laboratorio se pudo evaluar que el Flurprimidol inhibió el crecimiento de *Rhizoctonia solani*, mientras que el TE se mostró como un débil fungistático. Sin embargo, en campo, el Agrostis tratado con TE mostró menos daño por *Brown patch* que el tratado con flurprimidol.

Lo realmente interesante de ambos estudios fue la demostración de que la gravedad de la enfermedad no empeora, ni se alarga la duración de la infección a pesar del empleo de RC y de la actividad de estos en la reducción del crecimiento de la planta.

Materia Activa	Clase	Absorción	Especies de césped						
			<i>Poa annua</i>	<i>Agrostis stolonifera</i>	<i>Festuca arundinacea</i>	<i>Lolium perenne</i>	<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Zoysia</i>	<i>Stenotaphrum secundatum</i>
Etefón	E	Foliar		X	X	X			
Flurprimidol	B	Radicular		X		X	X	X	X
ácido Giberélico	E	Foliar					X		
ácido giberélico + ácido indolbutírico	E	Foliar		X	X	X	X	X	X
Ácido Maléico	C	Foliar			X	X	X		
Mefluidine	C	Foliar	X		X	X	X	X	X
Paclobutrazol	B	Radicular		X	X	X	X		X
Trinexapac-etil	A	Foliar	X	X	X	X	X	X	X

Principales materias activas y especies a las que se aplican

Materia activa	Influencia	
	Reducción crecimiento foliar	Supresión inflorescencias
Mefluidide	Si	Si
Flurprimidol	Si	No
Paclobutrazol	Si	No
Trinexapac-ethyl	Si	Parcial

Principales materias activas empleadas en greens y su efecto en la planta.



4. FERTILIZACIÓN

FERTILIZACIÓN

4.1 Elementos nutritivos

A lo largo de los años, se ha ido demostrando por diferentes investigadores la esencialidad de los siguientes elementos químicos en la nutrición de las plantas:

Carbono (C)	Hidrógeno (H)	Oxígeno (O)	Nitrógeno (N)
Fósforo (P)	Potasio (K)	Azufre (S)	Calcio (Ca)
Magnesio (Mg)	Hierro (Fe)	Zinc (Zn)	Manganeso (Mn)
Cobre (Cu)	Molibdeno (Mo)	Boro (B)	Cloro (Cl)

A estos dieciséis elementos, que son esenciales para todas las plantas superiores podrían añadirse algunos otros, tales como el sodio (Na), el silicio (Si) y el cobalto (Co), que sólo parecen ser necesarios para algunas especies. La anterior relación de elementos nutritivos no debe considerarse completa aún, pues pudiera existir en el futuro algún elemento que añadir a la misma.

De los 16 elementos nutritivos, los tres primeros se hallan libremente a disposición de la planta en el aire, anhídrido carbónico (CO_2) y oxígeno (O_2), y por medio del agua (H_2O) que absorbe. De aquí que normalmente se consideren como elementos nutritivos o fertilizantes los trece restantes que, en muchos casos, hay que aportar a los cultivos para corregir las deficiencias del suelo.

Los elementos nutritivos pueden clasificarse atendiendo a diferentes criterios. El más frecuente es aquél que responde a la cantidad utilizada por la planta y la frecuencia con que en la práctica es necesaria su aportación al cultivo. Según este criterio se clasifican como:

a.) Macroelementos: Nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio y magnesio. Son los elementos absorbidos por la planta en mayores cantidades. En este grupo deberían incluirse, sin ninguna duda, los tres primeros: carbono, hidrógeno y oxígeno, pero a efectos prácticos no se tienen en cuenta. Dentro de los macroelementos, se suele distinguir entre los diferentes elementos por la frecuencia de su aportación a los cultivos. Así, se tiene:

- Macroelementos primarios: nitrógeno, fósforo y potasio.
- Macroelementos secundarios: azufre, calcio y magnesio.

b.) Microelementos: Hierro, cobre, zinc, manganeso, molibdeno, boro y cloro. Son elementos que se absorben por la planta en cantidades mínimas, con las que quedan cubiertas sus necesidades.

Esta clasificación es arbitraria y, en modo alguno, puede indicar orden de prioridad entre los elementos. Para la planta son todos igualmente esenciales desde el momento en que la falta de cualquiera de ellos impide completar su desarrollo. Solamente a efectos prácticos en relación con la fertilización, es útil esta clasificación, en la que quedan bien destacados como macroelementos primarios, los tres elementos nutritivos bases de la fertilización: nitrógeno, fósforo y potasio.

Para los elementos fósforo, potasio calcio y magnesio, las cantidades se expresan en anhídrido fosfórico (P_2O_5) en el caso del fósforo y en los óxidos respectivos para los otros tres (K_2O , CaO , MgO).

En este sentido, y teniendo en cuenta los tres macronutrientes esenciales (**N,P,K**), existen las siguientes clases de abonos:

- **Abonos simples:** Integrados por un solo macronutriente principal. Según cuál de ellos sea se clasifican en nitrogenados, fosfatados y potásicos.
- **Abonos compuestos:** Incluyen dos o más macronutrientes principales, obtenidos mediante mezcla de abonos simples.
- **Abonos complejos:** Incluyen dos o más macronutrientes principales, pero obtenidos mediante reacción química de éstos, de forma que, a diferencia de los abonos compuestos, cada una de las partículas que componen el abono contiene todos los nutrientes que componen la mezcla.

4.2 Curvas de crecimiento y planning de abonado

Como todos sabemos, existe una clasificación general de cespitosas según su metabolismo, pudiendo diferenciar dos grupos, estos son: *Warm Season* (plantas C4, céspedes de clima cálido) y *Cool Season* (plantas C3, céspedes de clima templado). Ambas poseen diferentes curvas de crecimiento y por lo tanto, sus requerimientos nutricionales serán diferentes en función de la época del año en la que nos encontremos.



Las *Cool Season* (especies de clima templado) muestran un mayor crecimiento en primavera y otoño. Por lo cual, nuestro planning de abonado tendrá que ir encaminado a realizar mayores aportes en estas fechas de mayores necesidades para la planta.



Las *Warm Season* (especies de clima cálido) muestran un patrón de crecimiento diferente. Mostrando un mayor crecimiento y por tanto, unas mayores necesidades nutricionales durante los meses de verano. También tienen la peculiaridad de que con las bajas temperaturas entran en un periodo de latencia en el que no es necesario el aporte de fertilizantes.

El planning de abonado se realizará teniendo en cuenta las peculiaridades descritas anteriormente para cada grupo. Además, dentro de cada grupo, habrá que ajustar las necesidades dependiendo de:

- Especie y variedad.
- Zona del campo.
- Fertilidad del terreno.
- Forma de liberación del abono.
- Experiencia del greenkeeper responsable.

Aunque tengamos un planning de fertilización establecido, este podrá ser modificado en función de los siguientes factores:

- Densidad y color del césped.
- Incidencia de enfermedades. Una fertilización desequilibrada puede ser la causa de numerosas enfermedades.
- Condiciones climáticas.
- Resiembras en un césped establecido.

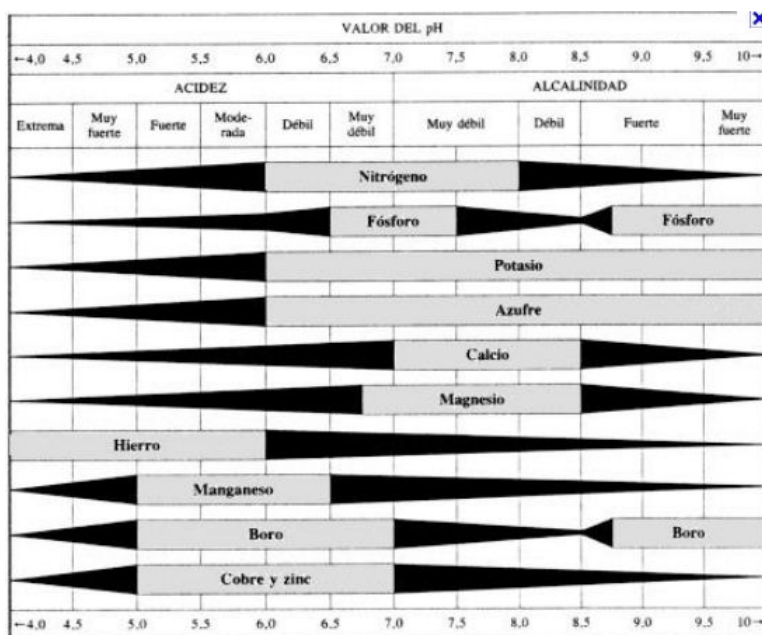
En la siguiente tabla se pueden observar las recomendaciones de **Nitrógeno** según especies y zona del campo donde estas se encuentren.

	ESPECIE	GREENS	TEES	CALLES	ROUGH
WARM SEASON	<i>Bermuda</i>	25-60 Kg/Ha por mes de crecimiento(mc)	25-60 Kg/Ha por 15-30 días de crecimiento (dc)	20-40 Kg/Ha mc	100-200 Kg/Ha año
	<i>Zoysia</i>		25-35 Kg/Ha por 15-30dc	10-20 Kg/Ha mc	0-50 Kg/Ha año
	<i>Paspalum vaginatum</i>			15-30 Kg/Ha mc	50-100 Kg/Ha año
COOL SEASON	<i>Agrostis stolonifera</i>	13-35 Kg/Ha mc	15-40 Kg/Ha por 15-30dc	13-25 Kg/Ha mc	
	<i>Lolium perenne</i>		20-40 Kg/Ha por 15-30dc	13-35 Kg/Ha mc	75-125 Kg/Ha año
	<i>Poa pratensis</i>			15-30 Kg/Ha mc	50-100 Kg/Ha año
	<i>Festuca rubra</i>			5-15 Kg/Ha mc	0-75 Kg/Ha año
	<i>Poa annua var. reptans</i>	13-35 Kg/Ha mc	13-35 Kg/Ha por 15-30dc	15-30 Kg/Ha mc	

Requerimientos de nitrógeno en función de la especie y zona del campo. Fuente: *Turf management for golf courses*, Beard J.B. (2002).

4.3 pH y fertilización

El pH, tanto del agua como el del sustrato donde se asienta el césped, es de suma importancia para la disponibilidad de los nutrientes por parte de la planta. En el siguiente gráfico se muestra la disponibilidad de los diferentes nutrientes en función del pH del suelo.



Disponibilidad de los principales nutrientes en función del pH.

4.4 ABONADO GRANULAR VS ABONADO FOLIAR

La aplicación de abonos se puede realizar con abonos granulados o abonos foliares. La aplicación de uno u otro se realizará en función de:

- **Época del año y curva de crecimiento.** La aplicación de abonos granulados se suele realizar cuando la planta presenta un sistema radicular desarrollado, pudiendo explorar una amplia superficie y captar nutrientes. Por el contrario, cuando la planta presenta un sistema radicular poco desarrollado, se hacen aplicaciones foliares para que la planta pueda absorber los nutrientes por las hojas.
- **Según prácticas culturales.** En los pinchados huecos se suelen aplicar abonos granulados debido a que buscamos un elevado aporte de nutrientes para que la planta se recupere del pinchado.
- **Tiempo de respuesta.** Los abonados foliares presentan un tiempo de respuesta muy corto. Por lo tanto, si se quiere corregir una deficiencia de algún nutriente en un corto periodo de tiempo, estos serán una buena elección.
- **Control del crecimiento.** La aplicación de abonos foliares siempre es a más baja dosis. Por lo tanto, será más difícil observar un pico de crecimiento en el césped. Esta es una buena herramienta para el control del thatch en greens.
- **Zona del campo.** La aplicación de abonos foliares suele ser más común en greens. Debido a los motivos comentados anteriormente y que están relacionados con el control del crecimiento de la planta.

El abonado foliar o *spoon feeding* es menos conocido y por lo tanto, una herramienta menos utilizada. Sin embargo posee una elevada utilidad. Consiste en la aplicación de fertilizantes a bajas dosis, según las materias utilizadas y la forma de absorción por la planta podemos hablar de:

- *Spoon feeding true foliar.* Las materias utilizadas son fertilizantes líquidos formulados específicamente para su aplicación y absorción vía foliar. Su coste económico es elevado pero presenta unos resultados excelentes.
- *Spoon feeding con fertilizantes sólidos para fertirrigación.* Se trata de una manera más económica y que también presenta muy buenos resultados. Consiste en el empleo de fertilizantes para fertirrigación. Estos poseen una elevada solubilidad, por lo que su mezcla en el tanque es excelente. Tras su aplicación, se efectúa un riego de unos 5 minutos para que el fertilizante quede en los primeros cm del perfil, que es donde se produce una mayor absorción de nutrientes por parte de la planta.

4.5 CALIBRACIÓN DE EQUIPOS

Abonadoras manuales

Las abonadoras manuales son extremadamente útiles y muy necesarias para su uso en campos de golf, especialmente en áreas que requieren una elevada precisión en el abonado. Este es el caso de greens y antegreens, zonas en las que se hacen aportes de abono a bajas dosis y con una elevada frecuencia. Por lo tanto, la calibración de estas es necesaria y se ha de realizar antes de hacer cualquier aportación de abono. Es conveniente tener un sistema de registros que nos permita guardar las diferentes calibraciones según los diferentes tipos de abono empleados. A continuación, se detallan los **pasos necesarios para la calibración**:

1. Pesar una cantidad de abono (suele ser suficiente con unos 2 Kg aproximadamente) y ponerla en la tolva de la abonadora.
2. Determinar el ancho de trabajo de la abonadora, es decir, la suma de la distancia lateral hasta donde la abonadora lanza el abono por ambos lados. Esta distancia varía según el tipo de abono que se utilice.
3. Marcar en el suelo una distancia conocida (5 ó 10 metros). Para esto se pueden realizar las marcas con pintura.
4. Multiplicando las distancias de los puntos 2 y 3, obtenemos el área donde aplicaremos el abono para realizar la calibración.
5. Seleccionar una apertura y realizar un pase de marca a marca.
6. Pesar de nuevo el contenido de la abonadora.
7. Restando el peso final al peso inicial del abono, obtenemos la cantidad de abono aplicada en una superficie conocida (obtenida en el punto 5).
8. Por último, con una simple regla de tres, obtendremos la cantidad aplicada en gr/m^2 .
9. Una vez obtenida esta cantidad, iremos modificando la apertura y repitiendo la operación de calibrado hasta conseguir aplicar la dosis de fertilizante deseada para una determinada aplicación.

A continuación se muestra un **ejemplo práctico**:

Peso inicial (**Pi**) = 1950 gr

Ancho de trabajo (**A**) = 8 m

Distancia entre marcas (**D**) = 5 m

Área de aplicación (**AP**) = **A x D** = $8 \times 5 = 40 \text{ m}^2$

Peso final (**Pf**) = 1400 gr

Cantidad aplicada (**CA**) = **Pf - Pi** = 550 gr

Con la cantidad aplicada, el área de aplicación y mediante una regla de tres:

$$\begin{array}{l} 40 \text{ m}^2 \text{-----} 550 \text{ gr} \\ 1 \text{ m}^2 \text{-----} X \text{ gr} \end{array}$$

$$X = 550 \text{ gr} / 40 \text{ m}^2 = 13,75 \text{ gr/m}^2 = \text{Dosis aplicada}$$

Si queremos obtener el resultado en kg/Ha, solo tendremos que multiplicar por 10.

$$13,75 \text{ gr/m}^2 \times 10 = 137,5 \text{ Kg/Ha}$$

Consejos para la aplicación de fertilizantes con las abonadoras manuales:

- El **solape** o distancia entre pasadas es algo muy importante para conseguir una distribución uniforme y evitar daños por quemaduras y diferentes coloraciones en la superficie a abonar. Para saber la distancia entre pasadas dividiremos el ancho de trabajo entre 2 (Por ejemplo: si el ancho de trabajo es 8 m, la distancia entre pasadas será 4 m). Lo mejor es enviar a un operario para que vaya **marcando la distancia entre pasadas**, teniendo de este modo, el aplicador, una referencia clara de por donde tendrá que realizar la siguiente pasada.
- Cuando se aplican **elevadas dosis** de abono, es conveniente calibrar la abonadora a **mitad de la dosis** y realizar un pase cruzado con la esta. De este modo, obtendremos una mayor uniformidad en la aplicación. Este sistema también es muy útil cuando la abonadora presenta algún problema y no distribuye el abono correctamente.
- Es muy recomendable tener un **sistema de registros** de abonado (Ficha 1).

Abonadoras pendulares

Al igual que en las abonadoras manuales, es de vital importancia realizar una correcta calibración de las abonadoras pendulares (tipo Vicon) o de discos. El proceso es muy parecido, pero en estas **es muy importante la velocidad de avance del tractor**. Esta debe constante y debe de estar entre los **6 y los 10 Km/h**. Velocidades superiores provocaran fallos en la aplicación y como consecuencia malas coberturas y variaciones en la dosis de abonado. El tractor siempre ha de funcionar a un mismo número de revoluciones por minuto (rpm), siendo **2000 rpm** el óptimo. Los pasos necesarios para la calibración son los siguientes:

1. Establecer la velocidad de avance del tractor. Como hemos mencionado anteriormente, la velocidad de avance ha de estar entorno a los **6 ó 10 Km/h**. Para conseguir esta velocidad, el tractor ha de recorrer aproximadamente unos **15 metros en 10 ó 12 segundos**. Para esto, pintaremos unas marcas en el suelo que nos indiquen una distancia de 15 m y cronometraremos el tiempo que tarda el tractor en recorrer esta distancia.

Seleccionaremos una marcha que nos permita recorrer esta distancia en el tiempo indicado anteriormente y a 2000 rpm. **Este paso es fundamental para una correcta calibración.**

2. Una vez seleccionada la marcha y determinado el tiempo necesario para recorrer 15 m, nivelaremos la abonadora.
3. Una vez nivelada la abonadora y con el tractor a **2000 rpm**, determinaremos el ancho de trabajo accionando la abonadora, con el tractor parado, y mirando hasta donde lanza el abono. La abonadora ha de lanzar el abono a la misma distancia por los dos lados. De no ser así, la abonadora estaría averiada y habría que revisarla. Este ancho de trabajo nos permitirá establecer la **distancia entre pasadas** (este paso está explicado en los consejos para la aplicación con abonadoras manuales, siendo **la mitad del ancho de trabajo**).
4. Multiplicando el ancho de trabajo por la distancia recorrida por el tractor (15 m), obtenemos el área en la que estamos aplicando el abono.
5. Poner abono en la tolva de la abonadora (suele ser suficiente con un saco) y cubrir con un saco los elementos de salida del abono (brazo de la abonadora). Con la finalidad de poder recoger el abono una vez accionada la abonadora.
6. Fijar **2000 rpm** en el tractor y accionar la abonadora el tiempo necesario en recorrer **15 m** (este tiempo fue calculado en el **paso 1**).
7. Pesar el contenido de abono del saco que tapaba los elementos de salida, este peso será la cantidad aplicada.
8. Por último, con una **simple regla de tres**, obtendremos la cantidad aplicada en gr/m^2 .
9. Una vez obtenida esta cantidad, iremos modificando la apertura de la abonadora y repitiendo la operación de calibrado hasta conseguir aplicar la dosis de fertilizante deseada para una determinada aplicación.

A continuación se muestra un **ejemplo práctico**:

Ancho de trabajo (**A**) = 10 m

Distancia recorrida por el tractor (**D**) = 15 m

Área de aplicación (**AP**) = **A x D** = 10 x 15 = 150 m²

Cantidad aplicada (**CA**) = 3500 gr

Con la cantidad aplicada, el área de aplicación y mediante una regla de tres:

150 m² ----- 3500 gr

1 m² ----- X gr

$X = 3500 \text{ gr} / 150 \text{ m}^2 = 23,3 \text{ gr/m}^2 = \text{Dosis aplicada}$

Si queremos obtener el resultado en kg/Ha, solo tendremos que multiplicar por 10.

$23,3 \text{ gr/m}^2 \times 10 = 233 \text{ Kg/Ha}$



Consejos para la aplicación de fertilizantes con las abonadoras manuales:

- a. El **solape** o distancia entre pasadas es algo muy importante para conseguir una distribución uniforme y evitar daños por quemaduras y diferentes coloraciones en la superficie a abonar. Para saber la distancia entre pasadas dividiremos el ancho de trabajo entre 2 (Por ejemplo: si el ancho de trabajo es de 10 m, la distancia entre pasadas será 5 m). Lo mejor es enviar a un operario para que vaya **marcando la distancia entre pasadas**, teniendo de este modo, el aplicador, una referencia clara de por donde tendrá que realizar la siguiente pasada.
- b. Es muy recomendable tener un **sistema de registros** de abonado (**Ficha 1**).



REAL FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE GOLF



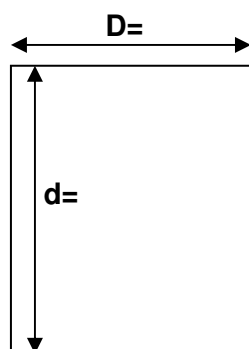
FICHA 1

Fecha: _____

Área Tratada: _____

Objetivo: _____

PRODUCTO	RATIO OBJETIVO



A=

t=

APERTURA	Kg/Ha	Gr./m ²

Cálculos:

Información adicional:

Marca/Modelo _____

Setting _____

RPM _____ Velocidad _____

▷ Wheel x Wheel

▷ Throw x Throw

Aplicador _____

Apertura _____



4.6 CONSECUENCIAS DE UNA CALIBRACIÓN Y APLICACIÓN DEFICIENTE

Una calibración y/o aplicación deficiente de los equipos conlleva una serie de consecuencias que afectan de forma directa a la sostenibilidad de los campos de golf. Las podemos clasificar en:

- **Económicas.** Una calibración deficiente hace que no apliquemos la dosis deseada. Si la dosis se aplica por exceso, estamos haciendo un gasto de fertilizante mayor que el teníamos planificado. Por lo tanto, el gasto económico también será mayor y nuestro presupuesto lo reflejará a final de año.
- **Medioambientales.** Cuando aplicamos una dosis mayor a la planificada, aumentamos las pérdidas por lixiviación de nutrientes móviles, como es el caso del nitrógeno. Esto provoca una contaminación de los acuíferos subterráneos y la eutrofización de los lagos.
- **Estéticas.** Cuando los equipos no están calibrados de manera correcta dan lugar a una distribución poco uniforme que provoca la aparición de zonas, dentro de la misma área del campo, con distintas tonalidades. Se suelen observar líneas en calles y greens.
- **Fisiológicas.** Una mala calibración puede provocar quemaduras en el césped al aplicar una dosis de abono superior a la recomendada. También una fertilización descompensada es el origen de la aparición de determinadas enfermedades en el césped. Tanto si la aplicación es por exceso, como por defecto.

EJEMPLOS DE UNA MALA CALIBRACIÓN Y/O APLICACIÓN





5. RIEGO

5.1 Bases del riego

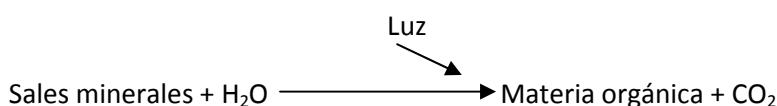
Una de las principales cosas que debe saber y tener absoluto control el Greenkeeper es sobre el agua, y eso es lo que yo os voy a intentar esclarecer, cómo, cuándo, y por qué se riega, para que en definitiva tengamos una amplia visión sobre cómo vamos a poder desarrollar nuestro trabajo en el campo.

EL AGUA

a) ¿Qué es?

El agua es el componente esencial en la naturaleza, sin esta la vida no existiría tal y como nosotros la conocemos. Por sus propiedades físico-químicas (H_2O) la vida depende de ésta.

El 90 % del césped es agua y es debido fundamentalmente a que ocurre esta fórmula:



Para que las sales minerales se transformen en materia orgánica (la cual va a servir para crear estructura y energía) necesita agua.

El agua se encuentra en los microporos y macroporos del suelo y es absorbida por las raíces.

El agua entra en la planta a través de tres mecanismos:

- Diferencia de concentración salina (Ósmosis).
- Por presión negativa.
- Por absorción.

Aunque por los estomas también puede captar una porción muy pequeña, el 99% es absorbido por unos pelos microscópicos que tiene la raíz. Estos pelos se ponen en contacto con hongos del suelo, que se denominan micorrizas, lo que hace aumentar la superficie de absorción; de ahí que esté bien oxigenado para que haya una buena relación. Una vez dentro de la planta, el agua debe subir hacia la hoja pasando por la corona para que con la fotosíntesis produzca la reacción antes mencionada. El agua tiene fundamentalmente dos funciones dentro de la planta:

- Ser utilizada en el proceso fotosintético.
- Refrigerar a la planta.

La refrigeración de la planta es fundamental para el buen funcionamiento y desarrollo de la misma, esto es lo que se conoce como transpiración.

El agua que pierde el suelo junto lo que pierde la planta se denomina EVAPOTRANSPIRACIÓN. Este dato se puede cuantificar mediante tanques evaporimétricos. LA evapotranspiración se mide diariamente, integrando la misma los efectos del viento, radiación, temperatura y humedad que pueden influir en la ET de un césped. Esta ET es multiplicada por un factor de cultivo Kc (tiene un valor máximo de 1), nos da la ET del cultivo en particular. En nuestro caso de la especie de césped empleada.

También existen otros métodos para el cálculo de la ET, como son las estaciones meteorológicas, y los lisímetros.

ESPECIE	METODO	Kc
<i>Cynodon dactylon</i>	Tanque evaporimétrico	0,55-0,65
<i>Cynodon dactylon</i>	Est. Metereológica	0,75-0,85
<i>Festuca arundinacea</i>	Tanque evaporimétrico	0,65-0,75
<i>Festuca arundinacea</i>	Est. Metereológica	0,8
<i>Festuca arundinacea</i>	Lisímetro	1
<i>Lolium perenne</i>	Est. Metereológica	0,8-0,9
<i>Poa pratensis</i>	Lisímetro	1
<i>Festuca ovina</i>	Lisímetro	1

Diferentes valores de Kc según diferentes métodos de estimación de la ET.

El valor Kc también se ve afectado por la época del año, condiciones climáticas y humedad del suelo. Por lo que varía localmente.

Una vez que sabemos qué es el agua y para qué la necesita la planta, veremos qué calidad de agua debemos tener para poder regar.

b) Calidad del agua.

Como ya hemos mencionado, el agua es un componente esencial para la gestión del Greenkeeper. Los principales abastecedores de agua son los ríos, pozos, lagos, manantiales, aguas residuales, aguas desalinizadas, etc...

La demanda de agua para uso doméstico e industrial se ha incrementado, por lo tanto, el agua que se utiliza para el riego ha bajado la calidad y por eso nosotros vamos a desarrollar en estas clases una forma de evaluar el agua que tenemos y como la podemos mejorar.

- Los componentes de la calidad del agua son:
 - 1) Contenido en sal.
 - 2) Contenido en Sodio.
 - 3) Contenido en Carbonatos y Bicarbonatos.
 - 4) Concentración de iones tóxicos.
 - 5) pH.
- La medida de interpretación de la calidad del agua es:
 - 1) Conductividad eléctrica.
 - 2) Ratio de absorción de Sodio.
 - 3) Carbonato Sódico residual.
 - 4) SAR
 - 5) Concentración de iones tóxicos.
 - 6) pH.

¿Qué son las sales del agua?

Las sales es la combinación de cualquier ión negativo, exceptuando el Hidrógeno (OH^-), con cualquier ión positivo o el Hidrógeno (H^+). Las sales son solubles, como los que contienen el cloro o relativamente poco solubles como el yeso. Las sales solubles lo que hacen es que impiden el desarrollo natural de la planta, mientras que las insolubles no tienen tanta repercusión.

Las sales que nos encontramos en el agua de riego son:

- ❖ SALES
 - Cloruro sódico (Na Cl)
 - Cloruro cálcico (Ca Cl)
 - Magnesio (Mg SO_4)
- ❖ SALES INSOLUBLES
 - Carbonato Cálcico (Ca CO_3)
 - Yeso (Ca SO_4)
- ❖ FERTILIZANTE (sales solubles)
 - Nitrato potásico (KNO_3)
 - Cloruro Potásico (KCl)
 - Sulfato potásico (K_2SO_4)
 - Urea $\text{Co}(\text{NH}_2)_2$
 - Nitrato amónico $(\text{Nh}_4)_2\text{NO}_3$
 - Sulfato amónico $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- ❖ CATIONES
 - Calcio (Ca^{++})
 - Magnesio (Mg^{++})
 - Sodio (Na^+)



- Potasio (K^+)
- Amonio (NH_4^+)

❖ ANIONES

- Cloro (Cl^-)
- Sulfuro (SO_4^{--})
- Nitrato (NO_3^-)
- Boro (BO_3)

Contenido en sales.

Todas las aguas de riego (exceptuando las de lluvia) tienen un contenido en sales. El contenido varía dependiendo de donde venga el agua. Todos los suelos contienen primeramente calcio, magnesio y en ciertas situaciones sodio. Estas sales provienen de los minerales de la lixiviación de los suelos y de los fertilizantes. Los suelos que contienen altos niveles de acumulación de sales se llaman suelos salinos.

En áreas donde hay más precipitación que evapotranspiración son raros estos tipos de suelo, en cambio, cuando la evapotranspiración es mayor que la precipitación, caso de Andalucía, nos encontraremos una mayor acumulación de sales en el suelo, por eso la máxima importancia que cobra el que haya drenajes en el suelo.

Movimiento del agua en el suelo.

El movimiento del agua en el suelo está regido por el potencial de agua. El potencial del agua se mide por el símbolo (Ψ), y es un término que expresa el estado de energía relativo del agua pura.

El agua pura tiene un potencial de cero. Mientras que el agua que nos encontramos en las plantas y el suelo no es pura e interacciona con algunas fuerzas su potencial es negativo. El movimiento que hay en la naturaleza va siempre de áreas con un potencial alto (menos negativo) a áreas donde el potencial es bajo (más negativo). Por lo tanto, altos niveles de sales en suelo hacen que la planta no pueda absorber el agua ya que el potencial en el suelo es más grande que dentro de la raíz de la planta, por lo tanto el agua no irá para dentro y se secará.

Suelos salinos.

Un problema potencial para la gerencia del césped ocurre cuando el agua de riego contiene una excesiva cantidad de sodio en comparación con el calcio y magnesio. El sodio no es esencial para el crecimiento de la planta y cuando están presentes en grandes cantidades rompe la estructura del suelo.

Para que los suelos tengan una buena estructura sus partículas tienen que estar bien agregadas, y el sodio lo que hace es romper esta estructura. Al no tener esta estructura el

suelo no va a drenar apropiadamente, se compactará mucho más y habrá poco espacio para el intercambio de nutrientes.

Todos los cationes están en el agua, la cual está alrededor de las partículas sólidas del suelo. El sodio tiene un catión muy pequeño, el calcio y el magnesio son más grandes. Por lo tanto el Ca^{++} y Mg^{++} pueden funcionar mejor para la unión de las partículas del suelo.

Un suelo salino tiene un pH de 8,5 o mayor. El sodio no se lava con flush-up, sino que hay que desplazarlo con enmiendas de calcio, arena y drenaje.

Influencia del sodio en las plantas.

El agua de riego con un alto contenido en sodio afecta negativamente a las plantas, las ornamentales son más sensibles al sodio, lo que puede ser un bioindicador.

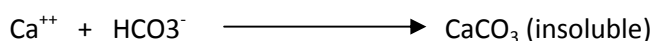
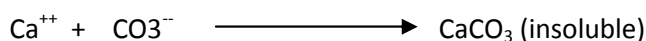
El sodio se acumula en las hojas dentro de la planta y ahí aparecen los indicios de suelos sódicos.

NIVEL DE SODIO	
Problemas	Absorción por la raíz
Ninguno	<3
Moderado	3 a 9
Severo	>9

Suelos carbonatados.

Los altos niveles de carbonato (CO_3^{--}) o más comúnmente bicarbonatos (HCO_3^-) pueden ocasionar problemas en el suelo. Estos pueden venir tanto del agua de riego como del oxígeno mineralógico del suelo.

La cantidad de carbonatos debe ser comparada con la cantidad de Mg y Ca al igual que los del Na^+ . Los bicarbonatos son muy perjudiciales, pues bloquean los Ca^{++} y Mg^{++} que forman la estructura del suelo.



La presencia de carbonatos y bicarbonatos hacen que se reduzca la cantidad de Ca^{++} y Mg^{++} disponible para la estructura del suelo.

Los suelos altos en bicarbonatos son suelos que tienen un pH que ronda 7,8 a 8,2, y esto hace que la eficiencia de absorción de algunos nutrientes sea menor como los micronutrientes, por eso en éstos necesitan abonos foliares con los spoon-feeding.

Influencia de los bicarbonatos en las plantas.

Los bicarbonatos tienen un impacto directo en los hongos, que hacen que se desarrollen más rápidamente sobre todo en periodos de altas temperaturas y humedad relativa baja, y esto hace que no se absorban los nutrientes.

Problemas	Cantidad de bicarbonato
Ninguno	<90
Moderado	90 a 500
Alto	>500

Otros iones tóxicos.

Otros iones que pueden dar problemas son el cloro y el boro, los cuales a bajas dosis pueden envenenar a la planta; sobre todo afectan a la cadena fotosintética y hace que la planta no se puede nutrir. Por tanto, tenemos que tener cuidado con los abonos que llevan estos elementos y con las aguas residuales.

Cómo medir la calidad del agua.

Para saber la calidad del agua tenemos que medir unos parámetros:

- 1) Conductividad eléctrica.
- 2) SAR.
- 3) RSC.
- 4) Concentración de iones tóxicos.
- 5) pH del agua.

SOLUCIONES

MEJORA DEL DRENAJE

En cualquier situación donde no exista un buen drenaje hay problemas de salinidad, pues el agua se evotranspira y las sales no; por consiguiente las sales quedan en el suelo haciendo la típica costra que va hacer que la planta no pueda tomar agua. Si nosotros hacemos que el agua circule a través de un pinchado y después un buen drenaje con salida conseguiremos mover las aguas.



- FLUSH-UP

Los suelos a lo largo del tiempo se van colmando de sales, estas sales y por supuesto con la evapotranspiración que tenemos en verano va incrementando la concentración de sales. Una manera de bajar la concentración salina si tenemos un sistema de drenaje adecuado es la de lavar el suelo o lo que vulgarmente se conoce como flush-up.

Esta técnica muy utilizada en zonas desérticas consiste en saturar el suelo con agua y con ello conseguimos un arrastre de sales en el suelo, que a su vez saldrán por los drenajes.

- USO DE ESPECIES TOLERANTES

Por ello hay que conocer la calidad del agua que tenemos en el terreno y lo que lleva a esto es que sepamos qué es lo que va a adaptarse mejor.

Cool season grasses- *Agrostis*, *Festuca*, *Lolium*, *Poa pratensis*, *Poa annua*.

Warm season grasses- *Paspalum*, *Bermuda*, *Zoysia*, *Agustinegrass*.

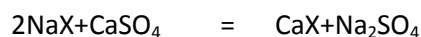
- MEZCLA DE AGUAS

Cuando tenemos aguas con muy baja calidad y podemos mezclarlas con aguas de mejor calidad ayudaremos a bajar la concentración de sales y por lo tanto mejoraremos el riego.

- SOIL AMENDMENTS

Para mejorar la estructura del suelo y, por lo tanto el SAR, tenemos que incorporar sustrato, y así mejoraremos el intercambio suelo-raíz respecto al agua.

Tenemos que tener claro que hay que desplazar el sodio y reemplazarlo por calcio. La reacción química que ocurrirá será la siguiente,



Los “soil amedments” se pueden incorporar directamente en suelo en forma de perlitas o incorporándolos al agua de riego con inyectores.



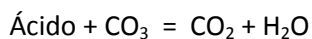
- ACIDIFICACION DEL AGUA DE RIEGO.

Desde nuestro punto de vista, es la técnica de riego que se va a utilizar en el futuro, ya no como fertirrigación, sino como mejoradores de la calidad del agua. Podemos encontrar dos tipos diferentes para este propósito:

- a) Quemadores de Sulfuro, sulfur burners, este funciona quemando por medio de la oxidación y produciendo un gas dióxido de azufre que se libera a la atmósfera



- b) Inyección de ácido en la cual la reacción química que ocurre es la siguiente,



RIEGO POR EXCESO O POR DEFECTO

Una buena programación de riego debe predecir la cantidad de humedad que el suelo tiene disponible para la vegetación un día determinado. Esto ayuda a determinar cuándo se debe regar y la cantidad de agua necesaria. Algunos de los aspectos negativos que se desencadenan en el campo por una mala gestión del sistema de riego son:

- Por exceso de riego:
 - Mayor gasto económico
 - Problemas de drenaje (thatch, black layer)
 - Mala jugabilidad
 - Mayor frecuencia de corte
 - Daño medioambiental
 - Suculencia de la planta
 - Mayor susceptibilidad a enfermedades
 - Mayor compactación
- Por carencia de riego:
 - Estrés hídrico
 - Pérdida de color
 - Muerte de la planta
 - Pérdida de la jugabilidad



Según el momento en que se riega tendremos efectos y consecuencias. Si se riega a mediodía:

- ✓ Reducido rendimiento a causa de las elevadas pérdidas por evaporación
- ✓ Con elevada temperatura puede ser perjudicial para la planta al producirse un efecto de “cocción”

Si se riega por la noche:

- ✓ Máximo rendimiento y aprovechamiento
- ✓ No existen alteraciones a los jugadores

ANEJO 5: ESTACIONES DE BOMBEO Y AUTOMATISMO DEL RIEGO

ANEJO 6: EVALUACION DE NECESIDADES HIDRICAS DE UN CAMPO DE GOLF



PROTOCOLO AUDITORIA DE RIEGO

Para realizar una auditoría de riego es condición *sine qua non* el establecimiento de un protocolo de actuación que garantice unos resultados veraces y concluyentes. Por tanto, a continuación, se detallan los pasos del protocolo de actuación para la realización de una auditoría de riego:

1. Planos

Será necesario recopilar todos los planos existentes del sistema de riego. Estos planos, nos permitirán conocer detalles constructivos del sistema, así como la disposición de las tuberías y los aspersores en el campo.

2. Base de datos del sistema

Evaluación en campo de las características y estado actual del sistema de riego. Se trata de una labor ardua y que necesitará mucho tiempo. Consiste en revisar uno por

uno todos los aspersores del campo, tomando datos tales como: distancias de triangulación y coberturas, tipos de boquillas, velocidad de giro, presiones, etc. Toda esta información será la base para crear una base de datos que nos permita conocer la situación actual en la que se encuentra el sistema de riego.

3. Tuberías

Creación de una base de datos del sistema de tuberías del campo.

4. Bombeo

Toma de datos de las características del grupo de bombeo: caballaje, caudal, diámetro de aspiración e impulsión, cuadro de mandos del bombeo, etc.

5. Software de riego

Análisis y evaluación de la base de datos del programa informático de riego.

INFORME AUDITORIA DE RIEGO DEL CAMPO DE GOLF DE EL SALER, VALENCIA (ESPAÑA)

1. INTRODUCCIÓN

El sistema de riego de un campo de golf es, sin lugar a duda, uno de los principales componentes para garantizar un correcto mantenimiento y poder ofrecer una calidad óptima en todas las superficies de juego durante todas las estaciones del año. Si tenemos en cuenta la climatología existente en el Levante español, el riego es un factor que cobra, aún si cabe, mayor importancia.

Por lo tanto, es condición *sine qua non* llevar a cabo una auditoria de riego para saber cuál es el estado de un sistema de riego. Este ha sido el motivo por el cual los técnicos del Departamento Green Section de la RFEG, asesorados por un especialista en sistemas de riego para campos de golf, han estado analizando durante los dos últimos meses el sistema de riego del campo de golf de El Saler. Durante este periodo de tiempo se han estudiado y analizado todos los componentes que forman parte del sistema de riego del campo. De igual manera, se ha actualizado la base de datos del sistema y se han revisado en campo, una por una, todas las coberturas de riego y estado de los aspersores.

Para mostrar los datos obtenidos durante la auditoría, a continuación, analizaremos cada uno de los componentes del sistema de riego.

2. ESTACIÓN DE BOMBEO

Se trata de la parte más importante del sistema de riego, es como el corazón de este. El grupo de presión muestra numerosas deficiencias que pasamos a comentar a continuación:

- a) Está constituido por 4 bombas de lápiz (horizontales sumergidas) modelo SD-0 82/4 F2 40CV 30KW 60A (**foto 1**). Dichas bombas son comúnmente empleadas en pozos para trasiego de agua. Son bombas diseñadas para proporcionar mucho caudal (82 m³/h) a poca presión. Podemos concluir que están obsoletas y no son las más idóneas para su funcionamiento en un campo de golf. El caudal medio de estas bombas esta en torno a los 1350 l/min, dentro de este rango es muy probable que las bombas puedan funcionar en algún momento fuera de curva.

Otro condicionante de este grupo de bombeo es que cuando se avería una bomba perdemos un 25 % de la capacidad de riego. En el supuesto de que se averiasen 2 bombas a la vez, perderíamos un 50% de la capacidad de riego, siendo imposible satisfacer las necesidades hídricas del campo.



Foto 1. Vista general del grupo de presión.

- b) Como se puede observar en la **foto 2**, las tuberías de acero se encuentran dañadas debido a la corrosión. Se trata de un material poco recomendable para ambientes próximos al mar, así como para ser usado con aguas residuales. No hemos de olvidar la procedencia de las aguas de riego de El Saler, pudiéndose clasificar estas como residuales.



Foto 2. Detalle de la corrosión y humedad existente en el cuarto de bombeo.

- c) El cuarto donde se encuentra el sistema de impulsión es subterráneo y carece de un sistema de ventilación forzada, esta circunstancia genera problemas de condensación de agua (especialmente en verano). Dicha condensación de agua eleva la humedad ambiental y contribuye a acelerar el proceso de degradación del acero.

3. CUADRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Es el encargado de suministrar energía eléctrica y ofrecer protección al sistema de bombeo. Se encuentra en unas condiciones pésimas (**foto 3**), está expuesto a roedores y no es capaz de suministrar la suficiente energía para que funcionen las 4 bombas a la misma vez. Los contactores están montados en estrella triángulo, estando este tipo de instalación obsoleto debido a la poca protección que ofrece al sistema.



Foto 3. Vista general del cuadro de energía eléctrica con los contactores montados en estrella triángulo.

4. TUBERIAS

Las tuberías fueron sustituidas no hace demasiado tiempo. Sin embargo y como se puede observar en el plano (**imagen 1**), existe un trozo de tubería de $\varnothing 90$ mm, de unos 700 m, que abastece a las calles #2 y #3. Esta tubería se encuentra entre una tubería de $\varnothing 125$ mm y otra de $\varnothing 160$ mm. Por lo tanto, actúa como una reducción, provocando un aumento de los tiempos de riego y una cobertura de riego deficiente.

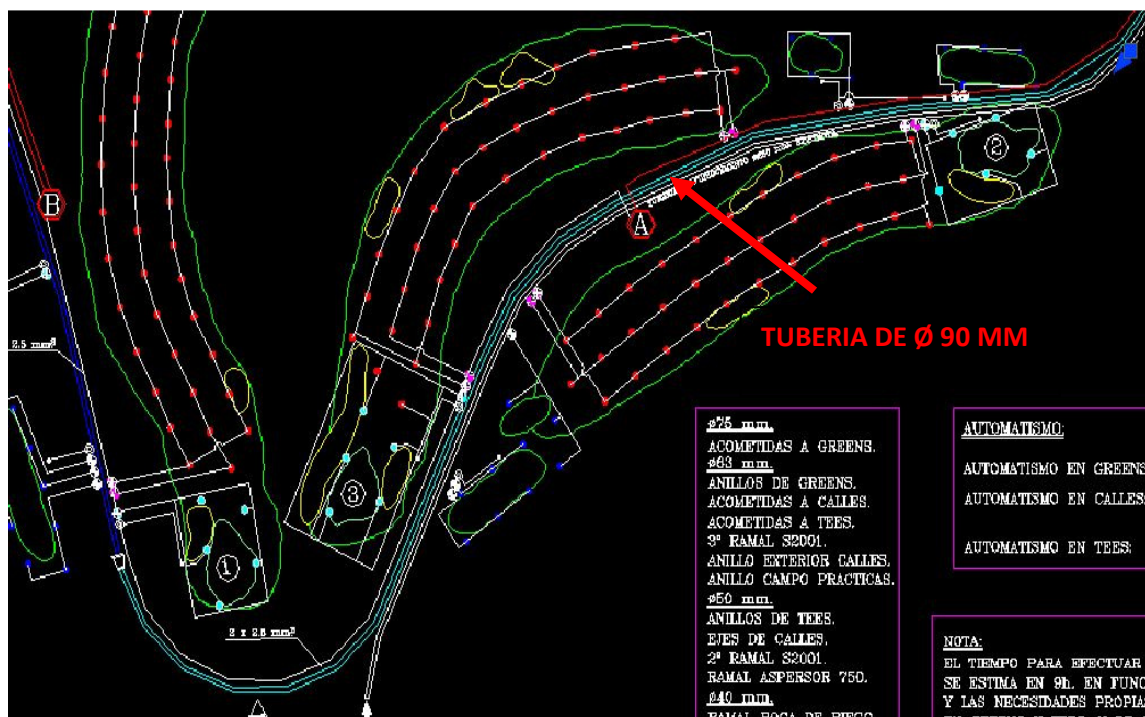


Imagen 1. En color azul claro se puede observar el tramo de tubería de Ø 90 mm que abastece a las calles #2 y #3.

5. SATÉLITES

Los satélites son los encargados de mandar la orden de apertura y cierre a las estaciones de riego, que a su vez mandan la señal a los aspersores que tengan asignados. En el campo de golf de El Saler, los satélites se encuentran sobrecargados de estaciones. Esta situación provoca que los tiempos de riego sean mayores y reducen la maniobrabilidad del sistema.

6. COLLARINES

Los collarines actúan como unión entre las tuberías del sistema de riego. El material elegido para estas piezas fue fundición, este material presenta los mismos problemas que los expuestos anteriormente para las tuberías del grupo de presión. La corrosión presente en estas piezas (**foto 4**) reduce el diámetro de paso del agua. Debido a esto se reduce el caudal de paso y como consecuencia los aspersores no funcionan con el caudal y presión necesaria, viéndose comprometida la cobertura de riego.



Foto 4. Detalle de un collarín del sistema de riego de El Saler obstruido debido a la corrosión.

Por otro lado, los collarines de las acometidas de los aspersores son de polietileno de baja densidad. Se trata de un material fabricado para trabajar a baja presión (algo que no sucede en el sistema de riego de un campo de golf). Cuando trabaja a alta presión y debido al cierre de las llaves de corte, se dilata y se contrae. Esta situación provoca numerosas averías.

7. LLAVES DE CORTE

Las llaves de corte que podemos encontrar en el campo son de compuerta fabricadas en latón. Estas llaves presentan dos problemas:

- El volante de apertura y cierre es metálico por lo que también se ve afectado por la corrosión, hasta el punto de quedar inutilizado.
- Las clapetas (mecanismo que controla el caudal de paso) se descuelgan, reduciendo el caudal de agua que pasa por la llave de corte.

En la actualidad, estas llaves están siendo sustituidas por llaves metálicas de bola. No estando estas indicadas para ser empleadas con aguas residuales.

8. ASPERORES

Los aspersores montados en el campo son de la marca Toro. En calles podemos encontrar el modelo 730 y en greens el modelo 750. Se trata de una serie de aspersores de muy buena

calidad. Durante la toma de datos en campo se pudo constatar el buen funcionamiento de estos modelos de aspersor.

Los tees son la única zona que presenta una cierta problemática. En esta área del campo los aspersores montados son del modelo 2001 de Toro. Dichos aspersores son utilizados en jardinería y su uso en campos de golf no reporta una cobertura de riego adecuada, son muy frágiles y no soportan el peso de la maquinaria de mantenimiento. Además, no se encuentran montados sobre un anillo y son accionados por varias electroválvulas, siendo su presión de funcionamiento muy baja.

9. COBERTURAS DE RIEGO Y TRIANGULACIONES

La cobertura de riego determina la eficiencia de distribución del agua y está condicionada por varios factores tales como: presión, caudal, viento, distancia de triangulación, modelo de aspersor, boquilla, etc.

Este parámetro lo trataremos en función de las diferentes áreas del campo:

a) Tees

La cobertura de riego en la mayoría de estos es muy deficiente debido a que los aspersores no son los adecuados y no se encuentran montados en un anillo. De hecho, en algunos hoyos del campo (#4) se ha modificado el sistema de riego de los tees, haciendo un anillo para compensar presiones.

b) Calles y Rough

Los aspersores se encuentran dispuestos en tres líneas con una triangulación de 20 m. La línea central tiene un aspersor por estación, mientras que las líneas laterales montan 2 ó 3 aspersores por estación. Las líneas laterales son las encargadas del riego de la zona de rough. Los principales problemas se observan en las líneas laterales donde la cobertura de riego es deficiente por falta de presión. La uniformidad en el modelo de boquillas es muy buena, disponiéndose el mismo modelo en la mayoría de aspersores.

c) Greens

Numerosos greens presentan una falta de cobertura de riego y en la mayoría de casos reciben agua de otros aspersores dispuestos para regar otras zonas. Esto provoca que unas zonas reciban mucha agua y otras no la suficiente. La uniformidad en el modelo de boquillas es muy buena, disponiéndose el mismo modelo en la mayoría de aspersores.

d) Antegreens

Quizás sea la zona del campo en la que más modificaciones de riego se han llevado a cabo. El elevado número de árboles presente en esta zona del campo afecta sobremanera a la cobertura y uniformidad del riego. En esta zona se pueden encontrar diferentes modelos de aspersor.

10. CONCLUSIONES Y MEDIDAS CORRECTORAS

a. Estación de bombeo

Con las siguientes acciones correctoras se pretende poder trabajar a una presión de riego adecuada, disminuir los tiempos de riego, eliminar los problemas de corrosión y mejorar la eficiencia general del grupo de presión. Las mejoras a realizar serían:

- Utilizar el cuarto de bombas actual.
- Instalar una campana aspiradora para evitar la condensación del agua y disminuir la humedad ambiental.
- Bombas verticales centrífugas con aspiración a un colector. Lo óptimo es poder disponer de un caudal de 300-310 m³/h. Para ello la mejor opción es instalar de 5 a 10 bombas con caudales de 42-65 m³/h, cada una de ellas. Con este grupo de bombeo conseguiremos ahorrar energía, nos permitirá una mayor maniobrabilidad, reduciremos los tiempos de riego y conseguiremos una presión óptima de funcionamiento.
- Instalar sistemas de filtrado automatizados, tanto en la aspiración como en la impulsión (fotos 6 y 7).



Foto 6. Filtro con autolimpiado para la aspiración.



Foto 7. Filtro automático de maya para la impulsión.

- Sustitución del acero por polietileno de alta densidad o acero inoxidable.

b. Cuadro de energía eléctrica

Sería necesario reubicarlo en una nueva caseta en la que este menos expuesto a las inclemencias climatológicas y a los roedores. También habría que instalar un nuevo cuadro de mandos con escada (foto 8 y 9).

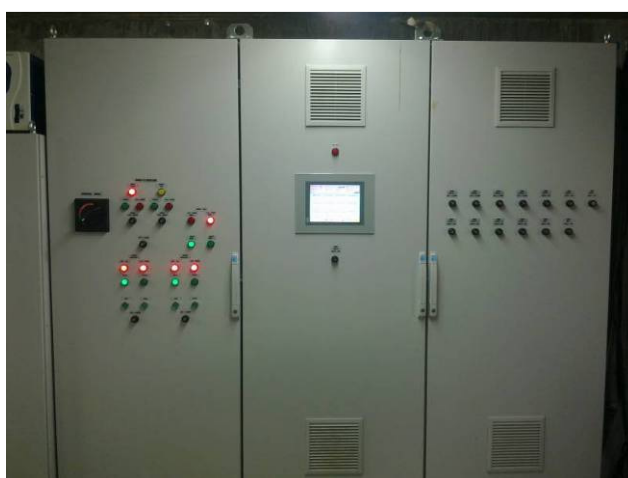


Foto 8. Vista general de un cuadro de mandos con escada.



Foto 9. Vista interior del cuadro de mandos.

Dicho cuadro montaría protecciones térmicas y arrancadores estáticos, permitiéndonos ahorrar energía y tener una mayor protección para el sistema. Por otro lado, es imprescindible doblar la línea eléctrica para poder aumentar el suministro de energía eléctrica que será fundamental para la instalación de un mayor número de bombas.

c. Satélites

La mejor opción sería doblar algún satélite, de este modo podríamos montar los aspersores de los laterales de las calles de dos en dos, en lugar de tres en tres que es como se encuentran en la actualidad. Así mejoraríamos la cobertura de riego, reduciríamos el tiempo de riego y aumentaríamos la eficiencia de riego al tener un mayor control sobre los aspersores.

d. Collarines

Como se puede observar en la **imagen 2** y según se comento en el **punto 6**, existen numerosas uniones realizadas con collarines de fundición por todo el campo.

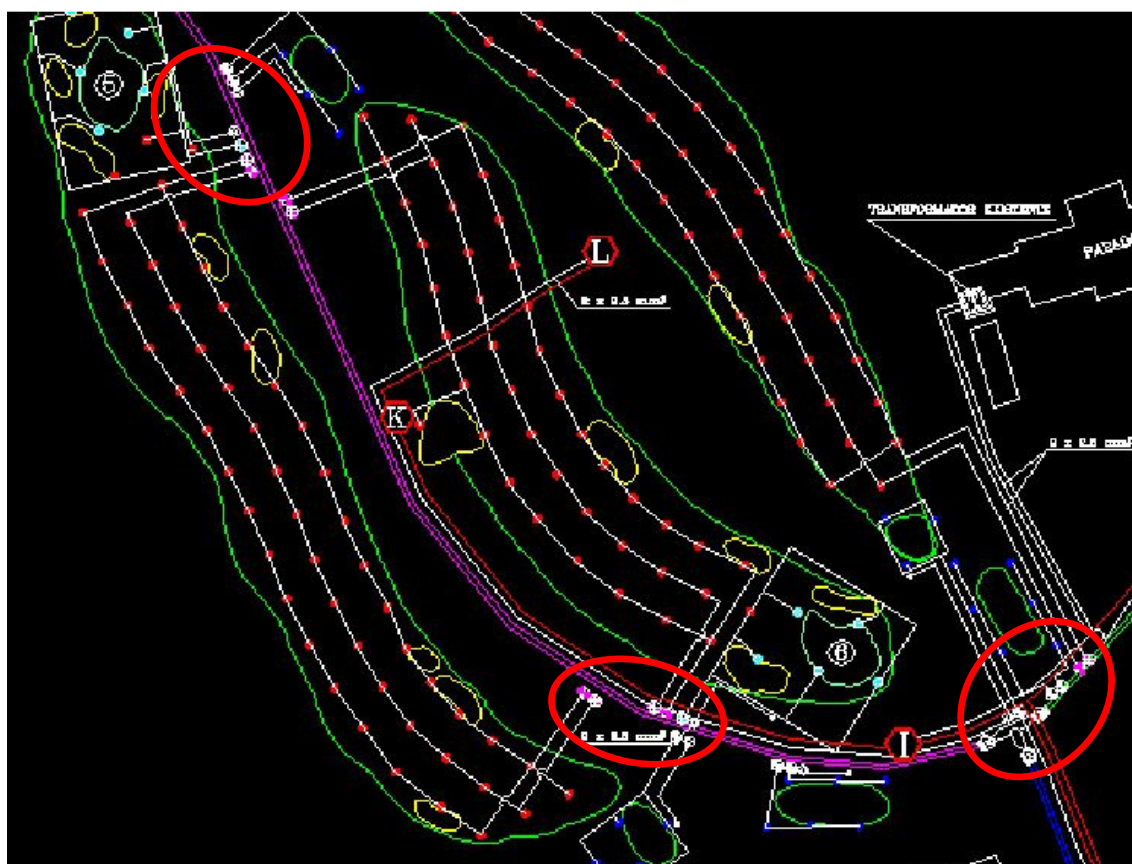


Imagen 2. Collarines existentes entre las calles #5 y #6.

Por lo tanto y si tenemos en cuenta el estado que estos presentan, será necesario cambiar los collarines existentes conforme estos se vayan averiando. La mejor opción es sustituirlos por T's de polietileno unidas con un *fitting* o por collarines resistentes a la corrosión.

e. Llaves de corte

Al igual que los collarines, es necesario ir reemplazándolas por otro tipo de llaves según se vayan averiando las antiguas. La mejor opción son unas llaves de PVC resistentes a las aguas residuales (**foto 10**).



Foto 10. Llave de PVC resistente a las aguas residuales.

f. Aspersores

Es necesario unificar el modelo de boquillas según las diferentes zonas del campo. Os recomendamos el uso de aspersores específicos para golf en los tees que por sus dimensiones lo permitan.



g. Cobertura de riego y triangulaciones

i. Tees

Crear un anillo donde se montaran los nuevos aspersores que a su vez habrá que disponerlos en cuadrado dependiendo del modelo seleccionado. La creación del anillo permitirá mantener constante la presión y por tanto mejorar la cobertura de riego. Se disminuirá el número de electroválvulas.

ii. Calles y Rough

La triangulación actual es buena, modificando los demás parámetros comentados con anterioridad conseguiremos mejorar la cobertura de riego.

iii. Greens

Es necesario añadir al menos un aspersor por green y mover varios aspersores en la mayoría de greens del recorrido. Esta labor requiere un replanteo de los aspersores a pie de campo.

iv. Antegreens

La cobertura de estas zonas es aceptable, si bien habrá que añadir algún aspersor en zonas que presentan falta de cobertura de césped.



6. AIREACIÓN

6.1 Principios y métodos

A continuación, vamos a exponer distintas labores culturales enfocadas, principalmente, al control de la materia orgánica, la mejora de la infiltración través del perfil del suelo y reducción de la compactación.

La materia orgánica no descompuesta que se desarrolla entre la cubierta vegetal y el suelo se denomina fieltro, colchón o *thatch*, está formada por acumulación de restos de hojas, tallos y raíces muertas. Este horizonte apelmazado se forma a causa de una relación desequilibrada entre la producción de biomasa y la degradación microbiana, cuando la tasa de materia orgánica producida excede a la tasa de materia en descomposición.



Fig.1 Detalle del espesor de la capa de materia orgánica, fieltro, colchón o *thatch*.

Algunas prácticas que pueden favorecer la formación del *thatch* son:

- Exceso de fertilización nitrogenada
- Exceso de riego
- Baja frecuencia de corte

Es durante los periodos de rápido crecimiento cuando existe mayor riesgo de que esta capa de materia orgánica aumente su espesor y comience a tener consecuencias negativas para el estado de la superficie del green, ya que si el *thatch* aumenta, las raíces tendrán un desarrollo más superficial, desapareciendo la firmeza del green.

Tendencia a la acumulación de materia orgánica o "Thatch"		
Alta	Media	Baja
<i>Zoysia</i>	<i>Poa pratensis</i>	<i>Lolium perenne</i>
<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Agrostis stolonifera</i>	<i>Festuca arundinacea</i>
<i>Festuca rubra</i>	<i>Festuca trachyphylla</i>	<i>Bouteloua dactyloides</i>
	<i>Festuca rubra</i>	

Tabla.1 Tendencia de diferentes variedades de césped a la acumulación de materia orgánica.

Para cultivos intensivos, como es el caso de los greens, se recomienda segar los greens a menos de 4mm, contribuyendo esto a una reducción considerable de la materia orgánica acumulada en superficie.

Se ha demostrado que concentraciones de materia orgánica superiores al 4-5% en la zona radicular, en un perfil USGA, originan una capa impermeable al agua y al intercambio de gases entre la raíz y la atmósfera (Josh Landreth, 2007). Debido a esto el green sufre una serie de consecuencias que enumeramos a continuación:

- Creación de un medio favorable para el desarrollo de enfermedades y plagas
- Aparición de restricciones en la penetración del agua (hidrofobia)
- Reducción de intercambio gaseoso
- Compactación del suelo
- Disminución del crecimiento radicular
- Mayor tendencia al *scalping* o escalpado
- Marcas de huellas sobre la superficie del green
- Disminución de la velocidad del green por pérdida de firmeza

Para controlar el porcentaje de materia orgánica acumulada, disminuir la compactación y romper la capa impermeable, es importante realizar labores culturales sobre el green, tales como aireación o pinchado, escarificado o *verticut* y *topdressing* o recebo.

AIREACIÓN O PINCHADO

La porosidad del suelo se puede dividir en dos tipos de poros: *macroporos* y *microporos*. Los macroporos, son los poros más grandes que permiten el movimiento de aire y agua a través del suelo. Son a su vez una especie de pasadizos por los cuales las raíces crecen y exploran el suelo. Por otra parte, microporos son los poros más pequeños y su función principal es la retención de agua en el suelo.

Cuando se reduce en el volumen de macroporos en el suelo, aumenta la compactación de este. Como resultado, el contenido de oxígeno disminuye drásticamente en el perfil del suelo, siendo el oxígeno el elemento requerido en mayor cantidad en el suelo (Ross, 2006/2007). En la planta los efectos de la falta de oxígeno se traducen en la inhibición de la respiración aeróbica, reducción de la actividad metabólica e inducción a la respiración anaeróbica. Como consecuencia de éstos la planta desarrollará síntomas de estrés.

Las prácticas culturales, tales como la aireación, son la solución ideal para restaurar la estructura del suelo y volver a establecer el contenido de oxígeno necesario para un adecuado desarrollo de la planta.

La aireación consiste en el pinchado del suelo o la extracción de pequeños cilindros de suelo con césped sobre la superficie del terreno, dejando una cavidad o agujero sobre el green. Estos cilindros varían su diámetro entre $\frac{3}{8}$ " y $\frac{1}{4}$ " con una profundidad y distancia regulables en función del tipo de maquinaria usada, la velocidad de avance, grado de compactación y nivel de humedad presente en el suelo. La maquinaria usada para el aireado, de forma tradicional, penetra de 2" a 4" sobre la superficie del suelo con un espacio entre sus pinchos de 2" a 6". Los avances en maquinaria proporcionan, hoy en día, la posibilidad de realizar agujeros de profundidades superiores a 10" y diámetros variables de $\frac{1}{8}$ " a 1".



Fig.2 Cilindros de $\frac{3}{8}$ " de diámetro espaciados 7 x 7 cm.

Con la práctica de esta labor sobre la superficie del green se obtendrán los siguientes beneficios:

- Aliviar la compactación del suelo
- Permitir la penetración más rápida y en profundidad de agua, aire, reverbos, fertilizantes y fitosanitarios en la zona radicular

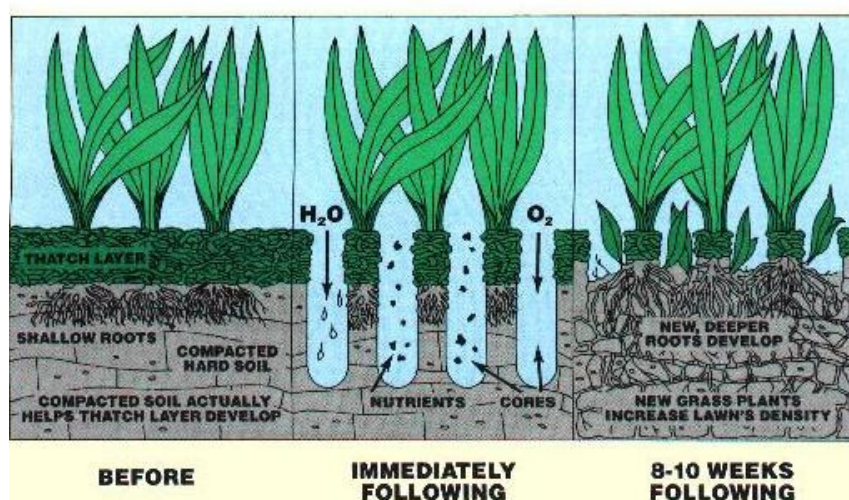


Fig.3 Esquema del proceso de aireación con pinchos huecos.

- Permitir la expulsión de los gases tóxicos acumulados en la zona radicular tras condiciones de respiración anaerobia y minimizar la aparición de capa negra o *black layer* debido a una mayor concentración de oxígeno en el perfil del suelo



Fig. 4. Capa negra en un green debida a un excesivo aporte hídrico.



- Mejorar el drenaje superficial
- Mejorar la penetración de agua en suelos secos o con hidrofobia, aliviando las manchas de secas o *dry spots*. De hecho, una práctica común en el manejo de *dry spots* es el uso de micropinchos macizos (1/2" o menor) con un espaciamiento de 5 cm o inferior para conseguir una mejor infiltración. El uso rutinario de agentes humectantes en combinación con la aireación resultará de gran ayuda para el control de los *dry spots*.
- Eliminar el *layering* o estratificación en el perfil del suelo
- Ayudar en la restitución del suelo cuando se combina con recebo
- Favorecer el control del *thatch* debido a la creación de condiciones ambientales idóneas para la actividad de los microorganismos que descompondrán de forma natural la materia orgánica acumulada
- Promover el desarrollo de nuevas raíces activas.
- Mejorar la capacidad de recuperación del césped y la firmeza del green

Algunas desventajas asociadas a la práctica de la aireación pueden ser:

- Interrumpir temporalmente la superficie de juego. Se recomienda la elaboración de un programa anual en el que se establezcan las fechas de realización de las distintas labores culturales. Será labor del greenkeeper comunicar al Club la fecha prevista para llevar a cabo el aireado con la suficiente antelación.
- Aumentar la superficie de suelo expuesta a desecación, esto ocurre cuando los agujeros se dejan abiertos y el césped se puede reseca alrededor de las orillas o incluso en la zona radicular.
- Proporcionar un hábitat favorable para los insectos.

En general, los beneficios de la aireación superan con creces los posibles efectos perjudiciales de la misma.

MÉTODOS DE AIREACIÓN

Existen varios métodos de aireación según la finalidad que se pretenda conseguir. Se pueden diferenciar entre aireado con pinchos huecos, aireado con pinchos macizos, *slicing* o *spiking*, *water injection* y *dryjet*.

Estas labores se practican con maquinaria dotada de mecanismos con movimiento vertical o movimiento circular. Los equipos con mecanismo circular interrumpen más la superficie de juego y no suelen penetrar tan profundo como los equipos con mecanismo vertical. Debido a esto, los mecanismos de arrastre o circulares se utilizan en rough y fairways mientras que los verticales son los más empleados en greens.

Aireación con pinchos huecos

La aireación con pinchos huecos, consiste en la extracción de cilindros del perfil del suelo sobre la superficie del green, dejando un agujero o cavidad en el césped.



Fig.5 Pinchado hueco en green.

Hay casos en los que si el perfil del suelo extraído es de una calidad óptima, este puede volver a ser utilizado como recebo. Para ello se pulverizaran los cilindros, sobre la superficie del green, con un pase de *verticut*. Si por el contrario el suelo no es adecuado para ser reutilizado como *topdressing*, los cilindros deben ser retirados del green. En ambos casos las cavidades que deja la aireación deben ser rellenadas, preferiblemente hasta el nivel superior. El *topdressing* combinado con el cepillado o el pase de una malla, rellenará los agujeros recuperando la superficie del green.

El suelo deberá estar húmedo antes de realizar la aireación, pero nunca estar saturado de agua.



Fig.6 Cilindro extraído mediante un pinchado hueco. También llamado canuto o tapón.

La experiencia dicta que para mantener unos buenos greens el programa de pinchado debe afectar a un área comprendida entre el 15 y 20% de superficie anual (O'Brien and Hartwiger, 2001). La cantidad de superficie aireada está íntimamente relacionada con el diámetro de los pinchos, espaciamiento entre éstos y frecuencia de pinchado.

Diámetro del pincho		Espaciamiento		Nº de agujeros por		Área de impacto de un solo pincho		Área total impactada %	Nº de pinchados necesarios para tratar el 20% de la superficie
Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pies ²	m ²	Pulg. ²	mm ²		
1/4	6,35	1x1	25x25	144	1600	0,049	31,613	4,91	4,1
1/4	6,35	1x2	25x50	72	800	0,049	31,613	2,45	8,1
1/4	6,35	2x2	50x50	36	400	0,049	31,613	1,23	16,3
3/8	9,525	1x1	25x25	144	1600	0,010	70,968	11,04	1,8
3/8	9,525	1x2	25x50	72	800	0,010	70,968	5,52	3,6
3/8	9,525	2x2	50x50	36	400	0,010	70,968	2,76	7,2
1/2	12,701	1x1	25x25	144	1600	0,196	126,451	19,63	1,0
1/2	12,701	1x2	25x50	72	800	0,196	126,451	9,82	2,0
1/2	12,701	2x2	50x50	36	400	0,196	126,451	4,91	4,1
5/8	15,876	1x1	25x25	144	1600	0,307	198,064	30,68	0,7
5/8	15,876	1x2	25x50	72	800	0,307	198,064	15,34	1,3
5/8	15,876	2x2	50x50	36	400	0,307	198,064	7,67	2,6

Tabla.2 Relación entre el tamaño del pincho y el espaciamiento entre pinchos con la superficie del green impactada

La tabla 2 muestra que cambiando un pincho de ¼" por otro de ½" la superficie tratada se multiplica por 4. Usando uno de 5/8", en lugar del de ½", se produce un incremento cercano al 50%. De la misma manera, cambiando el espaciamiento de 2x2 a 1x2, con cualquier pincho, se conseguirá un aumento de la superficie tratada del 100%.

Aireación con pinchos macizos

A diferencia de la aireación con pinchos huecos, el pinchado macizo no extrae cilindros del suelo, por lo que no se elimina materia orgánica, sino que los pinchos se introducen en la superficie del suelo formando una cavidad. Algunas ventajas de este pinchado son:

- Reducir la posterior limpieza de la superficie
- Reducir la mano de obra
- Recuperación más rápida de la superficie de juego
- Poder realizar la operación más a menudo como resultado de las anteriores

A diferencia que con el pinchado hueco, con el pinchado macizo solo se disfrutará de manera temporal de una disminución la densidad aparente del suelo, produciéndose un alivio transitorio de la compactación del suelo. Además esta práctica aumenta las posibilidades de que se desarrolle la denominada “suela de labor” o *hard pan*, debido a la compactación de la zona inferior al área cultivada.

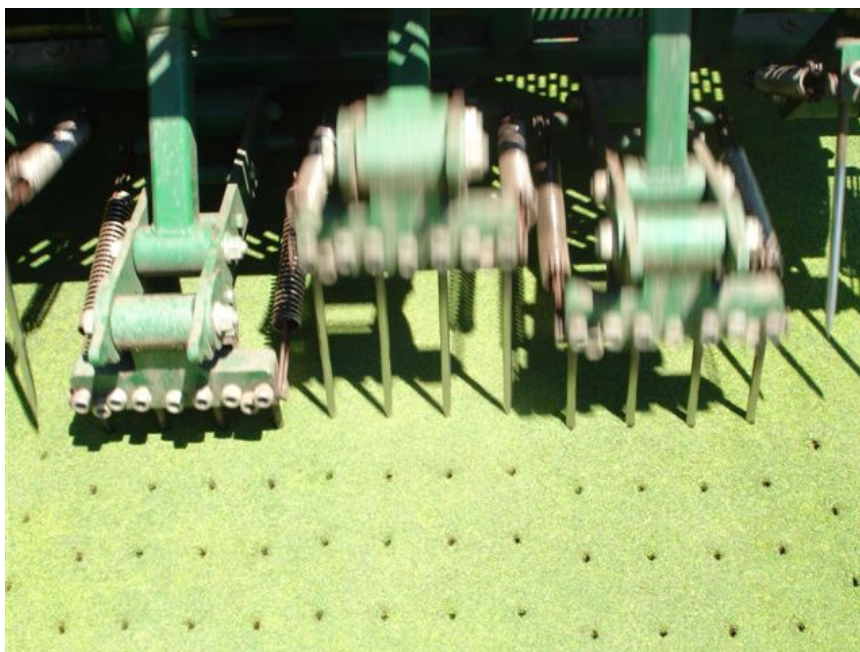


Fig.7 *Equipo dotado con mecanismo vertical de aireación.*

Variar la profundidad de penetración en el suelo, dejar que el suelo se seque antes de realizar la aireación y realizar micro pinchados con diámetros de pinchos de 1/4” a 3/8”, son métodos para prevenir el desarrollo de la suela de labor. El micro pinchado, al realizarse con un

diámetro de pincho más pequeño, permite una recuperación más rápida de la superficie del green. Produciendo de esta manera menor impacto sobre la superficie de juego.

El pinchado macizo es una buena práctica cuando se combina con el pinchado hueco. En general, los pinchados de primavera y otoño se deben realizar con pinchos huecos mientras que entre uno y otro conviene hacer pinchados macizos.

El césped debe ser sometido a pinchados agresivos sólo cuando presente actividad de crecimiento y no se encuentre sometido a altas o bajas temperaturas, ni en estados de estrés hídrico. La posterior realización de un recebo junto al riego, reduce el riesgo de desecación del suelo pero pueden no ser totalmente efectivos durante periodos con altas temperaturas.

Slicing o Spiking

Son otros dos trabajos culturales que se pueden realizar para aliviar la compactación de la superficie del green, mejorar la infiltración del agua y la aireación. Consiguiendo un aumento de la descomposición natural del *thatch*, y romper estolones y rizomas para estimular el desarrollo de nuevas raíces y brotes.

Generalmente, la maquinaria utilizada para llevar a cabo este tipo de labor consiste en unidades sin motor, diseñadas para ser acopladas a la tracción de un vehículo. Tanto el *Slicer* como el *Spiker* están formados por una serie de hojas dispuestas sobre un eje horizontal.

Un *Slicer* tiene delgadas cuchillas en forma de V atornillados en el perímetro de unas ruedas de metal.

La superficie del césped se corta con estrechas aperturas de unas ¼" de ancho y de 2" a 4" de profundo. El *Slicing* se realiza mucho más rápido que la aireación con cilindros, no interfiriendo en la superficie del green a la hora de realizar el pateo y no siendo necesaria una labor de limpieza tras esta operación, ya que como ocurre con el pinchado macizo, no hay extracción de material.

Es una excelente herramienta para prevenir la formación de costra superficial y el desarrollo de algas. Se recomienda su uso semanal, especialmente en condiciones de aumento de estrés, cuando un pinchado sería demasiado agresivo. Normalmente, se requiere un micro recebo posterior para conseguir una superficie de pateo adecuada, serán suficientes aplicaciones de 0,07 a 0,14 m³/100 m² aproximadamente.

Naturalmente esta práctica es menos efectiva que el pinchado y es más efectivo realizar una combinación de ambas labores. Se recomienda realizar en suelos húmedos para facilitar la infiltración.

Un *Spiker* tiene cuchillas sólidas colocadas sobre un eje horizontal. Produce en el suelo un efecto similar al *Slicer* pero la profundidad de penetración está limitada aproximadamente a 1"

y la distancia entre cortes a lo largo de la superficie del terreno es menor. La superficie de juego presentará cortes poco profundos y alargados.



Fig.8 Spiker con cuchilla de longitud aproximada 1”.

Ambas labores, *Slicing* y *Spiking*, producen menos alteraciones en la superficie de juego y pueden ser realizadas de forma más frecuente (cada 7 o 14 días) que el pinchado (cada 4 o 8 semanas).

Water Injection

Consiste en una innovadora técnica que inyecta en el suelo chorros de agua a alta presión, realizando canales en la zona radicular a profundidades de 6” a 12” que benefician el intercambio gaseoso, mejoran el desarrollo de las raíces en profundidad, alivian la compactación del suelo y ayudan a mejorar la humedad del suelo en zonas que desarrollan hidrofobia, como los *dry spot*, pudiendo a la vez inyectar agentes humectantes.

El espacio entre los canales y la profundidad de penetración podrán ser ajustados variando el espaciamiento entre las boquillas, aumentando o disminuyendo la velocidad de trabajo o dejando las boquillas en una posición elevada. Se aconseja su práctica en verano, y la frecuencia de realización en greens dependerá del nivel de estrés que presenten, recomendando un tratamiento cada 3 ó 4 semanas. En días secos y con altas temperaturas, es beneficioso un riego previo realizando *syringe*.

Una importante característica a destacar es que la práctica de *water injection* no produce ninguna alteración en la superficie del putting green. Esta técnica se utilizará como complemento al pinchado tradicional pero en ningún caso reemplazará el mismo.

Dryjet

El sistema Dryjet también realiza una inyección de agua a alta presión en el suelo, pero a diferencia de la anterior, rellena los agujeros con el material elegido para el *topdressing*. Esta labor consigue disminuir la compactación, aumentar la infiltración del agua y el contenido de oxígeno y aportar arena.

La principal virtud de esta técnica radica en que realiza todas estas labores al mismo tiempo, consiguiendo una superficie lisa y lista para jugar sobre ella.

ESCARIFICADO O VERTICUT

Esta labor cultural de aireación afecta a la parte superficial del suelo, no al interior, simplemente se rasga o araña superficialmente el terreno. La maquinaria utilizada consiste en unas cuchillas verticales colocadas sobre un eje horizontal. El eje rota a alta velocidad y las hojas de corte se introducen en el suelo extrayendo parte de la capa de *thatch*. Las cuchillas utilizadas para realizar el *verticut*, en greens, no presentan mucho grosor. De este modo la alteración de la superficie del green es mínima.

La profundidad de penetración dependerá del objetivo a conseguir. Cuando se quiere eliminar la capa de *thatch*, el espesor de la misma, determinará la profundidad de las cuchillas. En algunas ocasiones, el *verticut* poco profundo puede utilizarse para romper los cilindros extraídos en una aireación, lo que proporcionará un efecto de *topdressing*. Una penetración más profunda de las cuchillas estimula el nuevo crecimiento en determinadas especies cuando se cortan los estolones y rizomas, además de eliminar la capa de *thatch*. La preparación del terreno previa a una resiembra también es realizada con un *verticut* profundo.

Normalmente, tras el *verticut* se aplicará riego y *topdressing* para prevenir la desecación de las zonas expuestas (raíces, rizomas y estolones), recuperar la superficie de pateo y fomentar la recuperación del césped.

La frecuencia de realización de esta labor estará ligada al ritmo con que se acumule *thatch* en el green. Se suele realizar una vez que esta capa excede el espesor de $\frac{1}{4}$ " a $\frac{1}{2}$ ". Dicha capa se ha controlar periódicamente, realizando una extracción de muestras o revisando el perfil del suelo cuando se cambian las copas. Cuando el espesor de la capa de *thatch* supera las 2" es demasiado tarde para ser controlado únicamente con la práctica de un *verticut*.

Para evitar este problema, es esencial la realización de *verticuts* y *topdressing*, suficientemente frecuentes (por ejemplo, entre 2 y 4 semanas en periodos de crecimiento activo), para mantener el *thatch* bajo control. Además, el uso racional de abonos nitrogenados y fitosanitarios ayudará a disminuir el ritmo de acumulación de *thatch*.

Esta práctica se debe llevar a cabo cuando el césped está sano y tiene un crecimiento activo que asegure una rápida recuperación.

Cuando se produce una acumulación excesiva de *thatch* en los greens, es necesario emplear otra técnica de *verticut* más agresiva. Esta labor se lleva a cabo mediante el uso de la *Graden*, máquina que posibilita un verticado más profundo, obteniéndose una mayor eliminación de materia orgánica que con otros métodos tales como el pinchado en hueco. También permite el empleo de diferentes anchos de cuchillas en función de la superficie que se pretenda afectar.



Fig.9 Verticadora Graden en un green del Centro Nacional de Golf (Madrid).

Se trata de una técnica muy eficiente para la eliminación del *thatch*. El empleo de diferentes anchos de cuchillas no afecta a la calidad del césped. Como contrapartida, el tiempo total de recuperación del green es bastante superior al del pinchado hueco (6 semanas para la *Graden* y 3 para el pinchado hueco).



Fig.10 Detalle de la graden en funcionamiento y de los canales creados por esta.

Se trata de una opción muy a tener en cuenta en especies y variedades con hábito de crecimiento muy agresivo. Tales como las variedades *ultradwarfs* de Bermuda.

Grooming

El *grooming* es un verticut superficial con el objetivo de estimular el crecimiento lateral por medio del corte de los estolones.

Cada vez que se siega con el *groomer* el césped es cortado ligeramente de forma vertical. Esta práctica mejora la superficie de juego, levantando o peinando las láminas foliares u hojas antes de la siega. Eliminando, en gran parte, el encamado de la superficie o *grain*. El desarrollo de nuevos brotes también se estimula debido al corte de estolones y la capa de *thatch* cercana a la superficie es eliminada. Un *grooming* semanal, junto al oportuno *topdressing* y aireación, ayudará a eliminar la necesidad de realizar severos escarificados para renovar el césped.

La maquinaria utilizada para realizar esta labor añade frente a la unidad de corte helicoidal, de una segadora de greens tradicional, un pequeño verticut. Es decir, un eje horizontal sobre el que se disponen mini cuchillas (también llamado vertical *groomer*) cuyas hojas están normalmente espaciadas $\frac{1}{4}$ " o menos, que rotará frente al rodillo de corte helicoidal. Frente a este *groomer* se acopla un rodillo con unas ranuras o aberturas que proporciona una penetración máxima del césped en terrenos muy densos y mejora la altura de corte.

El *groomer* está indicado para aumentar la densidad de la planta, pero teniendo en cuenta que puede generar efectos negativos como son la disminución de la velocidad de infiltración del agua, hidrofobia e incluso mayor incidencia de enfermedades.

Se recomienda llevar a cabo esta labor siempre que las condiciones ambientales sean favorables y el crecimiento de la planta sea óptimo. Es muy frecuente realizar esta labor para

preparar los greens para torneos, ya que mantiene los greens lisos y rápidos consiguiendo una mejor rodada de bola.



Fig.11 Segadora manual de greens con unidad de groomer.

6.2 TOPDRESSING O RECEBO

La labor de recebo consiste en la adición, a la superficie del green, de una capa de arena silícea pura o mezclada con una enmienda orgánica. La misión de dicho material es rellenar los canales originados por el pinchado y aportar una fina capa superficial que de homogeneidad a la superficie del green. Dicho material es incorporado al perfil del suelo mediante un arrastre o cepillado.

Siguiendo un programa adecuado de *topdressing* se obtendrán los siguientes beneficios:

- Aumentar en la descomposición de la capa de *thatch*
- Alisar y suavizar la superficie del green
- Reducir el *grain*
- Mejorar la capacidad de recuperación del césped
- Fomentar la densidad y la textura del césped
- Mejorar la resiembra
- Modificar la estructura del suelo existente
- Aumentar la firmeza del green

En greens recién establecidos, el *topdressing* cubre parcialmente y estabiliza el nuevo material, suaviza las diferencias y minimiza la desecación del suelo.

Un efectivo programa de recebo requiere:

- 1) Seleccionar de forma apropiada el material para el recebo.
- 2) Aplicar el recebo con frecuencia y dosis adecuadas.
- 3) Adaptar el programa de recebos adaptándonos a la climatología y al calendario del Club.



Fig.12 Aplicación de *topdressing* sobre un green recién pinchado.

Material para el *topdressing*

La elección del material a usar como recebo es una de las decisiones agronómicas más importantes del greenkeeper. El uso de materiales inadecuados puede provocar la modificación y alteración de la estructura de un green inicialmente bien construido. Esta circunstancia se produce cuando el material empleado para realizar el recebo tiene partículas con menor diámetro que el material utilizado en la construcción del green. Se recomienda aplicar la regla "*Coarse over fine, never fine over coarse*" (grueso sobre fino, nunca fino sobre grueso).

Otro punto importante en la elección del material para el recebo es la naturaleza de este. La arena elegida ha de ser de naturaleza silíceas, siendo su contenido en carbonato cálcico siempre inferior al 20%. Los materiales usados para *topdressing* siempre estarán libres de semillas de malas hierbas y nemátodos.

Cuando el perfil de un green no es el deseado, se puede intentar cambiar lentamente su composición a través de aireaciones agresivas con la extracción de cilindros y la adición simultánea de recebo. Técnica denominada *Drill and Fill*.



Fig.13 *Unidad de Drill and Fill.*

La mayoría de las superficies de juego no deseadas, son en las que predominan los materiales de textura fina con elevada composición en arcilla y/o limo. La idea para mejorar este tipo de suelos es introducir una textura de suelo más gruesa, aumentando el porcentaje de arena, mejorando la infiltración de agua y la aireación en el green.

Las tendencias actuales implican frecuentes recibos con el 80% o más de arena pura de granulometría media-fina ($\frac{1}{4}$ a 1 mm). Preferiblemente un mínimo del 60% debe estar comprendida dentro de un rango medio ($\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ mm) y no superar el 20% por debajo de $\frac{1}{4}$ mm.

Una arena con estas características granulométricas suele ser lo suficientemente gruesa para proporcionar los cambios deseados en la textura del suelo y resultará suficientemente fina para trabajar fácilmente en la superficie del green. Se recomienda realizar un análisis completo del suelo en laboratorio antes de intentar modificar la zona radicular del green.



Fig.14 *Perfil del suelo tras una aireación y topdressing de arena. Se puede observar la diferencia entre los canales creados por la Graden (menos profundos) y por la pinchadora (más profundo).*

Tras el *topdressing* con arena pura pueden surgir algunos problemas. Los suelos arenosos tienden a mostrar una superficie de juego demasiado firme que no resulta apropiada para el *approach*. Además, los suelos arenosos requieren un aumento en las aplicaciones de nutrientes y agua debido a su elevada tasa de infiltración. También, si la arena desarrolla hidrofobia, pueden originarse manchas de secas o *dry spots*. En estos casos, unas apropiadas labores de aireación y *verticut* ayudarán a minimizar estos problemas presentes en suelos con alto contenido en arena.

Uno de los problemas más comunes cuando se realizan *topdressing* inapropiados es la formación de capas alternas en el perfil del suelo como resultado del uso continuado de diferentes materiales para el recebo, dicho fenómeno es conocido como *layering*.



Fig.15 *Layering* en un green. Se pueden observar las diferentes capas que forman el perfil del suelo.

La formación de capas de arena y materia orgánica de diferentes texturas, origina una barrera física que provoca un desarrollo pobre de la raíz debido a la formación de una barrera física, falta de oxígeno y acumulación de gases. Una vez que estas capas se hayan formado, será necesario un programa de labores culturales agresivas, tanto de aireado como de *verticut*, para corregir el problema.

Frecuencia y dosis para el *topdressing*

La frecuencia y dosis para el *topdressing* dependerá de los objetivos que queramos conseguir.

Si el objetivo es cambiar las características del perfil del suelo, será necesario un severo programa de *topdressing* acompañado de numerosas aireaciones. Se recomiendan dosis de

$0,2\text{m}^3/100\text{m}^2$ (0,3 cubic yard/1.000 square feet). Pero incluso siguiendo un riguroso programa de aireado y *topdressing*, llevará varios años conseguir una adecuada modificación del perfil.



Fig.16 Perfil homogéneo en un green debido a un correcto programa de aplicación de *topdressing*.

Si el objetivo es el control de la capa de *thatch*, la cantidad y frecuencia del *topdressing* guardará una proporción según el espesor de la capa de materia orgánica acumulada. Si el espesor del *thatch* en el green se encuentra entre $\frac{1}{4}$ " y $\frac{1}{2}$ " se considera aceptable, ya que con esta fina capa de *thatch* se consigue un buen approach y aporta cierta protección en caso de tráfico excesivo. La dosis recomendada cuando la capa de *thatch* no es excesiva (entre $\frac{1}{4}$ " y $\frac{1}{2}$ ") es de $0,035$ a $0,07\text{m}^3/100\text{m}^2$ (0,05-0,1 cubic yard/1.000 square feet).

Cuando el objetivo que se persigue mediante el *topdressing* es suavizar la superficie del green para el juego, se sugieren aplicaciones ligeras y frecuentes. Dosis de $0,07\text{m}^3/100\text{m}^2$ (0,1 cubic yard/1.000 square feet) entre 2 a 4 semanas, suavizarán la superficie de juego. También se realizarán *topdressing* leves durante los 10 ó 14 días previos a un torneo. Esta labor es de especial importancia para aumentar la velocidad de los greens y adecuar la superficie de pateo.

Dosis de Recebo (m ³ /100 m ²)	Profundidad Obtenida (mm)
0,035	0,4
0,07	0,8
0,14	1,6
0,21	2,4
0,28	3,3
0,42	4,9
0,57	6,6
0,71	8,2

Tabla.3 Profundidad obtenida en el suelo tras ocho dosis diferentes de recebo.

En general, se realizará un *topdressing* más denso tras una aireación con extracción de cilindros, en primavera y finales de otoño, como parte del programa de control de *thatch* o modificación del perfil del suelo. Además, se podrán llevar a cabo aplicaciones de micro recebos con intervalos recomendados de 1 a 4 semanas.

Adaptar el programa de *topdressing*

La selección de materiales en un campo de golf recién establecido es fácil, siempre se recomienda utilizar los mismos materiales que fueron usados en la construcción original de los greens.

Es habitual que en los campos se trate de cambiar la arena utilizada para el *topdressing* por una de características diferentes a la usada durante la construcción. Por ejemplo, usar arena de menos calidad para el *topdressing* después de haber usado arena de calidad para la construcción. Cuando la arena inicial utilizada en la construcción tiene una granulometría determinada, la arena usada para *topdressing* no deberá tener un diámetro inferior al 20% respecto a la inicial, es decir, menos de ¼ mm del tamaño de sus partículas.

El uso de diferentes materiales en el recebo puede provocar una estratificación en el perfil del suelo o *layering*, impidiendo la correcta infiltración del agua e interrumpiendo el crecimiento de las raíces.



CONCLUSIÓN

Las labores culturales desarrolladas en este capítulo están enfocadas al control de la materia orgánica, a la reducción de la compactación y a la mejora de la infiltración a través del perfil del suelo.

El jugador espera que el green permanezca verde, esto requiere numerosas aplicaciones de fertilizantes con altas concentraciones de nitrógeno y un aporte hídrico abundante. La conjunción de ambos factores origina un elevado crecimiento vegetativo y como consecuencia se favorece la acumulación de materia orgánica y la formación del *thatch*. Es importante conocer en todo momento el porcentaje de materia orgánica que se está generando para realizar un buen manejo de las labores culturales y lograr un equilibrio lógico.

Por lo tanto, será labor del greenkeeper encontrar dicho equilibrio mediante una aplicación racional de fertilizantes nitrogenados y un buen manejo de los recursos hídricos. De este modo, se conseguirá una superficie de green firme y un crecimiento vegetativo controlado que nos permita mantener el porcentaje de materia orgánica, presente en la superficie del green, dentro de unos valores óptimos para la práctica del golf.



7. MECÁNICA



MECANICA

7.1 PROTOCOLO RUTINARIO DE ACTUACIÓN EN UN TALLER

Es de vital importancia realizar un mantenimiento diario y básico a todas las maquinas que trabajen durante el día. Para ello, se recomienda seguir el **protocolo** utilizado por los campos que asesora la *Green Section* de la RFEG, dicho protocolo se describe a continuación:

- a) Antes de salir al campo, el operario deberá mirar niveles de aceite y agua, estado de los neumáticos, nivel de combustible y revisión visual general. Asegurándose de que no ve nada anormal en la máquina.
- b) Una vez haya hecho uso de dicha máquina, lavaremos a conciencia tanto unidades de corte como maquina en general, para después almacenarla. No sin antes dejarla completamente repostada.
- c) De esta manera al eliminar restos de siega descartaremos posibles corrosiones sobre unidades de corte y facilitaremos el trabajo del mecánico a la hora de su revisión rutinaria. Donde el mecánico a continuación llevará a cabo el siguiente protocolo de mantenimiento:
 - i. Revisión de la maquinaria, verificando el estado general de las maquinas y vigilando posibles fugas de aceite.
 - ii. Verificación de la calidad de corte y en su defecto autoafilado. Para este autoafilado habrá que tener en cuenta las características del esmeril según la maquinaria. Siendo un esmeril de 180 el óptimo para las maquinas de greens y uno de 80 o 120 para las maquinas de tees, antegreens y calles.
 - iii. Verificación de altura de corte (**diaria en máquinas de greens**).

7.2 OTROS REGISTROS DE UTILIDAD EN UN TALLER

También existen otros controles para optimizar el funcionamiento del taller y tener un control exhaustivo del estado de la maquinaria. Para esto contamos con herramientas tales como:

- **Tabla de seguimiento de revisiones del parque de maquinaria.** La cuál se dispondrá en una zona accesible del área de reparaciones. De esta manera se obtendrá un mejor control en los intervalos de mantenimiento, siendo visibles para todos los operarios del campo. En ella aparecerá el número de horas de la última revisión, así como el de la próxima. También aparecerán los cambios realizados y cuáles han de ser los próximos (aceites, filtros, correas, rodamientos, etc).



REAL FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE GOLF



- **Carpetas de registro para cada máquina.** En ella aparecerán las revisiones, las reparaciones y los autoafilados, rectificadores y cambios de cuchillas. De este modo tendremos un control del estado de cada máquina y del dinero necesario para mantenerla anualmente. Pudiendo observar cuando es necesaria la renovación de las máquinas.

ANEJO 7: TABLAS REVISIÓN TALLER