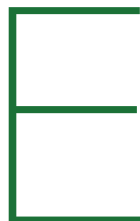


# Resiembra de bermuda: mejorar la estética del césped durante la transición primaveral

Un nuevo método para eliminar el Ryegrass perenne puede mejorar la calidad y cobertura de la Bermuda

Nota del editor: Este artículo es propiedad de GCSAA/GCM y fue publicado en la edición Septiembre 2010 de la revista GCM. [www.gcsaa.org](http://www.gcsaa.org)



**Eliminar el Ryegrass perenne (*Lolium perenne*) resemeado de la Bermuda (*Cynodon dactylon*) es un problema para los campos de golf, que deben mantener las condiciones de juego durante la transición.** En una prueba realizada a seis cultivares de Bermuda – Patriot, Tifway, Riviera, Tifsport, Vamont y Midiron- hasta el más competitivo necesitó de un tratamiento químico para eliminar el Ryegrass perenne (2). La cuestión de fondo es: ¿cómo se mantiene la estética mientras se elimina el Ryegrass perenne?

## EL MÉTODO DE FRANJAS

En 2004, los investigadores de la Universidad de Virginia Tech utilizaron con éxito los métodos de franjas de Alan Zuk y Jack Fry, de la Kansas State University, para transformar calles de clima frío en nuevos cultivares de Bermuda. El éxito de estos tratamientos y la calidad de la hierba durante el cambio de césped propiciaron una investigación más profunda para evaluar los métodos de franjas para la transición de la resiembra de Bermuda.

Las franjas de Ryegrass perenne tratadas con Foramsulfuron a principios de mayo registraron un aumento en la densidad de la Bermuda y una aceptable calidad del césped visto desde el tee al green. Estos tratamientos dieron como resultado una cobertura de más del 80% de Bermuda dos semanas después de un tratamiento de foramsulfuron a mediados de junio, comparado con un 22% al 30% de cobertura de Bermuda en las parcelas que no recibieron control parcial del Ryegrass durante el mes de mayo anterior. Así, la Bermuda relleno completamente y utilizó el espacio libre de las zonas de Ryegrass perenne tratadas en mayo. La única pega a este método de control de franjas es que la calidad del césped, aunque del tee al green se ve excelente, era pobre al observarla franja abajo o a través de la calle.

## NUEVOS MÉTODOS

Las investigaciones realizadas en la Virginia Tech en verano de 2006

abrieron el camino a dos nuevos métodos de aplicación para añadirlos a la tecnología de control parcial. Se utiliza un equipo especialmente diseñado para aplicar mediante goteo o esponja una solución herbicida a las calles, creando puntos de Ryegrass perenne muerto. El resultado son muchos huecos pequeños en la cubierta de Ryegrass, apenas apreciables al mirar desde cualquier dirección. Estos huecos estimulan el crecimiento de la Bermuda circundante y aumentan la cobertura de Bermuda antes del periodo normal de transición.

La idea es que la cobertura de Bermuda puede incrementarse mediante uno o más sucesos de control parcial a principios de la estación para que la calidad del césped sea alta al controlar el Ryegrass perenne a final de la temporada. Esta forma de aplicar el herbicida constituye un nuevo enfoque a la transición de la Bermuda y al control de malas hierbas en el césped en general. La misma idea puede aplicarse a cualquier infestación grave de malezas



Resultados a los 30 días del tratamiento parcial, se observa la Bermuda que fue estimulada para crecer en huecos de la cubierta de Ryegrass perenne.



Equipo de aplicación de franjas

en la que varias aplicaciones de control parcial pudieran reducir de forma selectiva la infestación de maleza sin un efecto negativo sobre la calidad del césped.

Nuestro objetivo era determinar si el control parcial del Ryegrass perenne mediante aplicación de esponja, goteo y franjas en mayo provocaría una mayor cobertura de Bermuda y una mejor estética del césped cuando se elimine el Ryegrass restante en junio o julio.

## MATERIALES Y MÉTODOS.

Se establecieron ensayos de investigación en 2006 en Farmington Country Club, Charlottesville, Va., y en 2007 en el Virginia Tech Golf Course, en Blacksburg, Va., para evaluar el uso de técnicas de control parcial para mejorar la estética durante la transición primaveral.

Las tres técnicas de control parcial fueron: esponja, goteo y franjas. Estos términos se refieren a los métodos de aplicación de Foramsulfuron en el césped. "Goteo" produce un modelo completamen-

te aleatorio de puntos de Ryegrass muerto, "esponja" elimina el Ryegrass perenne con un patrón de puntos uniforme, y, como su nombre indica "franjas" elimina el Ryegrass perenne en franjas.

Este control parcial se aplicó en cuatro escenarios diferentes:

**1** Foramsulfuron a 1,2 litros/hectárea, eliminando el 30% de Ryegrass perenne, seguido de una aplicación secuencial de Foramsulfuron a 1,2 l/ha., eliminando un volumen estimado adicional del 30% de Ryegrass perenne.

**2** Foramsulfuron a 1,2 litros/hectárea, eliminando el 20% de Ryegrass perenne, seguido de una aplicación secuencial de Foramsulfuron a 1,2 l/ha., eliminando un volumen estimado adicional del 30% de Ryegrass perenne.

## MÉTODOS

Las tres técnicas de control parcial fueron: esponja, goteo y franjas

grass perenne, seguido de una aplicación secuencial de Foramsulfuron a 1,2 l/ha., eliminando un volumen adicional estimado del 20% de Ryegrass perenne.

**3** Foramsulfuron a 1,2 litros/hectárea, eliminando un total del 30% de Ryegrass perenne.

**4** Trifloxysulfuron de sodio a 24,12 ml/hectárea, eliminando un volumen total del 30% de Ryegrass perenne.

La primera aplicación de control parcial se hizo el 26 de abril de 2006 y el 9 de mayo de 2007. Se realizó una aplicación general de Foramsulfuron aproximadamente un mes después de la aplicación secuenciada.

La única pega a este método de control de franjas es que la calidad del césped, aunque del tee al green se ve excelente, era pobre al observarla franja abajo o a través de la calle



Resultados a los 14 días del tratamiento parcial, se observan los huecos en la cubierta de Ryegrass perenne. Estos huecos sólo son visibles cuando se miran desde arriba.



Equipo de aplicación con esponja

Las evaluaciones visuales incluyeron la cobertura de Bermuda y el color del césped. El color del césped se evaluó en una escala de 1-9, en la que 1 es marrón, césped muerto y 9 es verde, césped ideal. Al realizar las valoraciones del color, se tomó como referencia el color global de la parcela y no el de una hoja concreta.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Calidad del césped

En ambos lugares, las técnicas de aplicación afectaron significativamente a la calidad del césped desde los dos ángulos de visión. En Farmington CC en 2006, independientemente del ángulo de visión, la aplicación por franjas redujo significativamente la calidad del césped 22 días después del tratamiento (Figura 1). El césped tratado con técnicas de aplicación por goteo y esponja mantuvo una calidad superior a 7 durante el periodo de transición. Todas las técnicas de control parcial mejoraron significativamente la calidad del césped en comparación con el césped no tratado 86 días después del tratamiento (Figura 1).

**COLOR**  
Al realizar las valoraciones del color, se tomó como referencia el color global de la parcela y no el de una hoja concreta

En 2007 en el Virginia Tech GC, la aplicación a franjas tendía a reducir la calidad a principio de temporada, como había ocurrido en el Farmington CC. Así mismo, a los 63 días del tratamiento, todas las técnicas de aplicación habían mejorado significativamente la calidad del césped en comparación con la muestra no tratada (Figura 1). El control parcial del Ryegrass perenne parecía eliminar la competencia interespecífica y estimular el crecimiento de la Bermuda. Cuando se controló el Ryegrass perenne restante el 7 de julio, la calidad del césped de las parcelas no tratadas disminuyó. La calidad del césped era superior en las parcelas tratadas mediante técnicas de aplicación de control parcial.

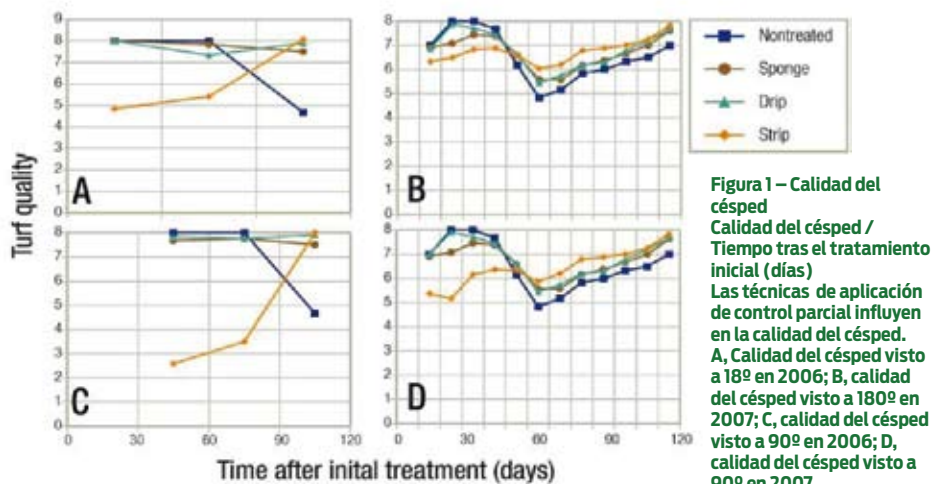
Después de la aplicación general de Foramsulfuron, las parcelas tratadas mediante cualquier técnica de aplicación mostraron generalmente un césped de mejor calidad en comparación con la muestra no tratada (Figura 1). Sin embargo, el método de franjas redujo la calidad del césped durante más tiempo que otras técnicas

de aplicación debido a que el patrón de franjas se hacía evidente cuando un observador miraba las parcelas. Debe haber una importante cobertura de Bermuda en las franjas para mejorar la calidad del césped.

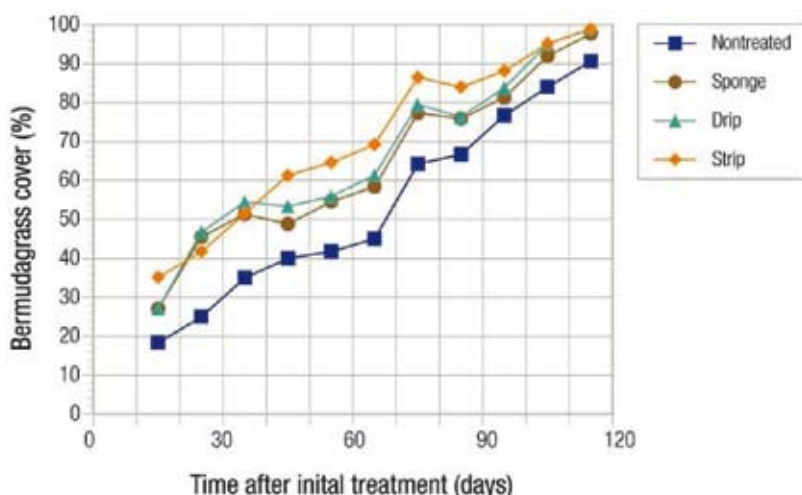
Trabajos similares de otros investigadores (3) evaluaron los efectos sobre el césped de alterar un porcentaje de la cubierta de Ryegrass perenne para establecer Bermuda sembrada. Los efectos sobre la calidad del césped de sus técnicas de aplicación por franjas fueron similares a los efectos de las técnicas de aplicación por franjas evaluadas en esta investigación.

Otro estudio (4) evaluó los métodos utilizados para cambiar el césped de clima frío por esquejes de Bermuda Patriot. Uno de los métodos evaluados fue controlar las franjas en el césped de clima frío antes de la formación de esquejes. La calidad del césped se redujo hasta 55 días después de la formación de los esquejes. Sin embargo, a los 80 días, la calidad del césped era bastante mejor que la del no tratado. En la transición de una especie a otra, las técnicas de control parcial redujeron inicialmente la calidad. Sin embar-

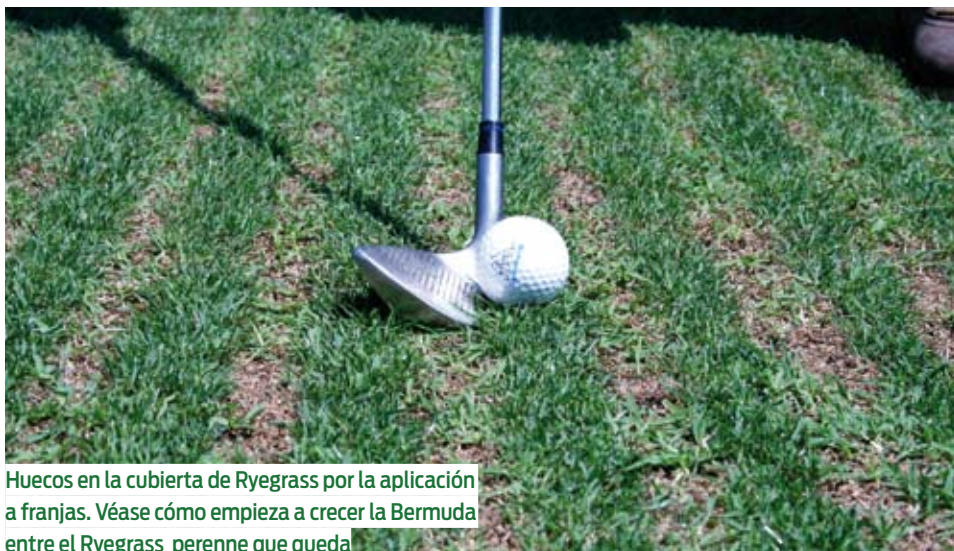
La calidad del césped era superior en las parcelas tratadas mediante técnicas de aplicación de control parcial



**Figura 1 – Calidad del césped**  
 Calidad del césped / Tiempo tras el tratamiento inicial (días)  
 Las técnicas de aplicación de control parcial influyen en la calidad del césped. A, Calidad del césped visto a 18º en 2006; B, calidad del césped visto a 180º en 2007; C, calidad del césped visto a 90º en 2006; D, calidad del césped visto a 90º en 2007.



**Figura 2 - Cobertura de Bermuda**  
 (%) de cobertura de Bermuda / Tiempo tras el tratamiento inicial (días).  
 Las técnicas de aplicación parcial: franjas, goteo, esponja y no tratada, influyen sobre la cobertura de Bermuda



Huecos en la cubierta de Ryegrass por la aplicación a franjas. Véase cómo empieza a crecer la Bermuda entre el Ryegrass perenne que queda

go, si se puede soportar esta merma en la calidad del césped durante un tiempo limitado, las técnicas aumentarán la cobertura de hierba, aumentando la calidad a largo plazo.

## Cobertura de Bermuda

El herbicida y el número de tratamientos de control parcial no afectaron significativamente al porcentaje de cobertura de Bermuda. Sólo la técnica de aplicación tuvo un efecto significativo sobre la cobertura de Bermuda. A los 20 días tras el primer tratamiento de control parcial, todas las técnicas de aplicación aumentaron la cobertura de Bermuda del 19% en las parcelas no tratadas hasta más del 30% en las parcelas tratadas (Figura 2). A los 63 días tras el primer tratamiento de control parcial (momento en que se aplicó el tratamiento general de Foramsulfuron), el césped no tratado presentaba un 40% de cobertura y todas las parcelas tratadas habían aumentado significativamente la cobertura del 52% al 60%.

A menudo se registraron diferencias entre el patrón objetivo de Ryegrass tratado y la cantidad real de Ryegrass perenne que murió en las parcelas, especialmente en la aplicación a franjas. Normalmente la aplicación a franjas acabó con más cantidad de Ryegrass perenne de lo que se pretendía, ya que las aberturas de la plantilla fueron diseñadas para controlar la cantidad deseada de Ryegrass perenne, pero tanto Foramsulfuron como Trifloxysulfuron de sodio son sistémicos y dejan franjas de control de Ryegrass perenne más anchas de lo pretendido. Este aumento del porcentaje de control de Ryegrass perenne probablemente contribuyó a la mayor cobertura de Bermuda en las parcelas a franjas 63 días después del primer tratamiento de control parcial (Figura 2) y a la significativa menor calidad del césped en las parcelas a franjas en los primeros días de evaluación (Figura 1).



Fotos de las parcelas en Farmington CC cerca de Charlottesville, VA., que muestran la calidad del césped durante los tratamientos de control parcial. Las tres parcelas con una calidad visiblemente reducida son las parcelas a franjas. Las demás parcelas de la prueba se trataron con técnicas mediante esponja o goteo y no se distinguen de las no tratadas incluso al observarlas desde un tee elevado.

El aumento del 12% al 15% de la cobertura de Bermuda a los 63 días del primer tratamiento de control parcial por goteo y esponja es alentador ya que la calidad del césped de estas parcelas se mantuvo entre 7 y 8 durante los primeros 50 días tras el primer tratamiento de control parcial (Figura 1).

La cobertura de Bermuda mejoró del 15% al 20% en las parcelas no tratadas a los 79 días del primer tratamiento de control parcial (Figura 2). A los 107 y 114 días tras el tratamiento, la Bermuda cubría entre el 92% y el 95% de las parcelas que habían sido tratadas y el 84% de las parcelas no tratadas (Figura 2). Todas las técnicas de aplicación estimularon de manera efectiva la Bermuda y provocaron una mayor cobertura de Bermuda al final de la temporada de crecimiento (Figura 2). Una mejora del 15% en la cobertura de Bermuda es importante considerando que proporcionó a las parcelas no tratadas un 15% de cobertura adicional a los 20 días del tratamiento general con Foramsulfuron. (Figura 2).

## CONCLUSIONES

Los Greenkeepers en la zona de transición que estén buscando mejorar los resultados durante la transición primaveral observarán que el tratamiento parcial del Ryegrass perenne mediante diferentes técnicas de aplicación puede aumentar la cobertura

**MEJORAS**  
El tratamiento parcial del Ryegrass perenne mediante diferentes técnicas de aplicación puede aumentar la cobertura de Bermuda y mejorar su calidad

de Bermuda y mejorar su calidad tras una aplicación general de Foramsulfuron (Figura 2). Únicamente la técnica de aplicación a franjas disminuyó la calidad durante el periodo de control parcial. La disminución de calidad se debió principalmente a que la plantilla utilizada para conseguir las diferentes franjas no fue muy efectiva al utilizar un pulverizador y tendió a matar más Ryegrass perenne de lo previsto. El patrón de puntos mostrado por los tratamientos por goteo y esponja supuso una idea novedosa en el mantenimiento del césped y mejoró la calidad del césped con respecto a la aplicación a franjas a la vez que mantuvo una mejora similar en la cobertura de Bermuda. La técnica de franjas puede realizarse en el campo de golf con una simple modificación del equipo de pulverización existente (rotar las boquillas de abanico plano en la dirección de desplazamiento), pero la aplicación por goteo y esponja requerirán algo de ingenio ya que no existe equipamiento comercial para estas técnicas.

## AGRADECIMIENTOS

Estos estudios fueron dirigidos por Brent Compton y Tyler Mittlesteadt como parte de su máster en ciencias en la Virginia Tech. Compton trabaja actualmente como asistente de greenkeeper en el CC Hanover en Richmond, Va., y Mittlesteadt es

## BIBLIOGRAFÍA

- 1 ■ Askew, S. D., D.S. McCall, J.B. Willis and D. B. Ricker. 2006. Partial fairway transition as a novel approach to improve transition aesthetics. Proceedings of the Northeastern Weed Science Society 60:109.
- 2 ■ Askew, S. D., E.H. Ervin, X. Zhang et al. 2004. Effet of bermudagrass cultivar and herbicide on transition success in the upper south. American Society of Agronomy Abstracts CD-ROM.
- 3 ■ Fry, J.D., R. Taylor, B. Wolf et al. 2007. Development of a strip seeder for converting cool season turf to seeded bermudagrass. HortTechnology 17 (3): 363-367.
- 4 ■ Mittlesteadt, T.L., M.J. Goatley, S.D. Askew et al. 2009. Low impact conversion of cool-season turf to "Patriot" bermudagrass. International Turfgrass Research Society Journal 11 (2): 1205-1212.
- 5 ■ Zuk, A., and J. Fry. 2005. Seeded zoysiagrass establishment in a perennial rye grass sward. Crop Science 45: 1521-1528.

jardinero jefe en el USA Stadium en Millington, Tenn. Gracias al excelente personal del CC Farmington y GC Independence por su ayuda y por permitirnos utilizar sus instalaciones. Nuestro agradecimiento a Phil Keating, Matt Goddard, John Willis, Jen Jester y Julie Keating por su asistencia técnica.

La GCSA de Virginia, Virginia Turfgrass Foundation y el Environmental Institute for Golf financiaron parcialmente esta investigación. ■

# Aplicación de enmiendas inorgánicas a un green de aspecto poco saludable

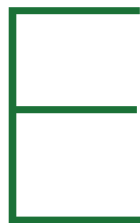
POR ELIZABETH GUERTAL

*Profesora de manejo de céspedes de la Universidad de Auburn en Auburn (Alabama).*  
guertea@auburn.edu

CLINT WALTZ

*Profesor asociado y especialista de extensivos en el campus Griffin de la Universidad de Georgia.*

**Nota del editor:** Este artículo es propiedad de GCSAA/GCM y fue publicado en la edición mayo 2008 de la revista GCM.  
www.gcsaa.org



**En la última década, un número considerable de investigaciones se han centrado en el uso de enmiendas inorgánicas sobre greens en construcción.**

Las razones para incorporar estas enmiendas varían desde la mejora de la capacidad de la planta para retener la humedad hasta el incremento de la retención de nutrientes. Típicamente algunos tipos de arcillas, tierras diatomáceas u otras cerámicas porosas,

son materiales que quizá deben ser horneados para incrementar su dureza y resistencia al desgaste. El uso de enmiendas inorgánicas como sustituto de la turba en la construcción de greens se ha convertido en

un hecho tan común en el mundo del golf, que su uso está siendo discutido en la guía constructiva de la USGA.

La incorporación de tales enmiendas ha sido ampliamente

evaluada como parte del proceso constructivo, mediante la incorporación de dichas enmiendas en las mezclas finales de los greens. Un gran acuerdo de investigación se ha llevado a cabo en este área, con resultados provenientes de la efectividad de dichas enmiendas inorgánicas en mezclas para greens. Cuando mezclas con un 90% arena/10% enmienda eran comparadas con mezclas del 100% arena, la incorporación de enmiendas tales como la zeolita clinoptilolita redujeron la pérdida de nutrientes (3,6,7), mejoraron la calidad del césped y su establecimiento (2,7), e incrementaron la capacidad de intercambio catiónico en los greens.

Sin embargo, cuando se compararon con mezclas de greens de arena / turba esfagnacea, era menor la probabilidad de encontrar beneficios significativos comparado con la incorporación de enmiendas inorgánicas. Por ejemplo, cuando las mezclas de los greens fueron clasificadas de acuerdo a la calidad del establecimiento del césped de mejor a peor, los resultados fueron: mezcla de greens de arena / turba > zeolita clinoptilolita (Ecolite) = cerámica porosa (Profile) ≥ cerámica porosa (Greenschoice) = 100% arena pura (2). Cuando se estudió la retención de humedad, las mezclas con turba a menudo obtuvieron una mejor retención que greens con enmiendas inorgánicas (1,10). Estos resultados



El lugar de prueba fue un green de prácticas en el Country Club Saugahactee; Opelika, Alabama. Fotos por E. Guertal

variaron con el diámetro de las partículas de arena, lo cual nos indica que la selección de la arena es importante.

En resumen, los greens construidos con enmiendas inorgánicas (típicamente alrededor del 10% en volumen) han mostrado un incremento de la capacidad del intercambio catiónico del green y un incremento de la retención de algunos nutrientes, especialmente amonio y potasio. Los beneficios son más pronunciados cuando las mezclas inorgánicas de los greens son comparados con sistemas 100% arenosos. La incorporación de enmiendas inorgánicas en las mezclas de los greens ha causado diferencias en la retención de humedad, con una amplia variación en la capacidad de retención del agua debido a la granulometría de la arena, el tipo de enmienda y el porcentaje de enmienda incorporada a la mezcla.

La investigación resumida brevemente en el párrafo anterior tiene dos características comunes: la aplicación de enmiendas inorgánicas fue incorporada en greens en construcción desde el inicio, y por



tanto, la mayoría del estudio se centró en los primeros 2-3 años tras la construcción, por lo que los efectos a largo plazo están aún por estudiar. La mayoría de las enmiendas inorgánicas analizadas son usadas en la renovación de greens o en programas de “pinchado y relleno”. Por tanto, el objetivo del presente proyecto es examinar el impacto de las enmiendas inorgánicas comunes sobre greens de Bermuda cuando las enmiendas eran incorporadas como parte de programas de renovación de greens mediante pinchado y relleno.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio ha sido un green de prácticas en el Country Club Saugahactee en Opelika (Alabama), el cual fue construido originalmente como un Green “push-up” con Bermuda Tifdwarf en el año 2002. Dicho Green nunca ha sido renovado siguiendo las recomendaciones USGA sufriendo de una pobre infiltración.

El superintendente fue responsable de todas las aplicaciones fitosanitarias y de fertilizante, recogiendo todos los elementos aplicados. El green fue sembrado con ryegrass perenne cada otoño (septiembre) realizando una

**Tabla 1. Enmiendas incorporadas mediante el proceso “agujerear y rellenar” en un green con Bermuda híbrida Tifdwarf.**

Tratamientos		
Tratamiento nº	Enmienda	% enmienda/arena (por volumen)
1	Arena	0/100
2	Profile	50/50
3	Profile	25/75
4	Clinolite	50/50
5	Clinolite	25/75
6	Axis	50/50
7	Axis	25/75
8	Nada	



Un método de agujerear-y-rellenar fue usado para incorporar las enmiendas en el green

transición natural de vuelta a la Bermuda cada primavera.

## TRATAMIENTOS

El 28 de junio de 2004, el 30 de junio de 2005 y el 13 de junio de 2006, se realizaron ocho tratamientos en el Green de prácticas de Country Club Saugahactee (tabla 1). Los tratamientos incluyen Profile, una cerámica porosa

proveniente de la arcilla ilita (CIC: 13 centímoles de carga (cmolc)/kilogramo); Clinolite, una zeolita clinoptilolita (CIC: 58 cmolc/kilogramo); y Axis, tierra diatomácea (CIC: 6cmolc/kilogramo). Los mismos tratamientos fueron aplicados a las mismas parcelas durante un periodo de tres años.

Las enmiendas fueron aplicadas usando una pinchadora-inyectora

El objetivo es examinar el impacto de las enmiendas inorgánicas comunes cuando las enmiendas eran incorporadas como parte de programas de renovación de greens mediante pinchado y relleno

**Tabla 2. Fósforo extraíble del suelo, potasio, calcio y magnesio, y pH de suelo tras diez meses después de la incorporación de enmiendas (abril 2007).**

Características del análisis de suelo					
	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	pH
<b>Tratamiento</b>	<b>Libras/acre</b>				
Arena	70a	50c	602ab	68 a	6.0 a
Profile (50%)	77a	70bc	623ab	77 a	5.9 a
Profile(25%)	70a	60bc	613ab	71 a	6.0 a
Clinolite(50%)	76a	100a	774a	77 a	6.1 a
Clinolite(25%)	80a	118a	628ab	76 a	6.1 a
Axis(50%)	74a	56c	545b	63a	5.8 a
Axis(25%)	77a	62bc	593ab	68a	5.9 a
Nada	79a	70bc	714ab	81a	6.0 a

Dentro de cada característica del análisis de suelo (columna), las diferencias mostradas con la misma letra no son diferentes significativamente

**Tabla 3. Densidad-longitud radicular (en pies y metros) de la Bermuda híbrida Tifdwarf en marzo, junio y septiembre de 2006**

Tratamiento	Marzo 2006		Junio 2006		Septiembre 2006	
	Pies	Metros	Pies	Metros	Pies	metros
Arena	21.0 cd	6.4 cd	15.1 ab	4.6 ab	13.5 a	4.1 a
Profile(50%)	33.1 ab	10.1 ab	19.7 ab	6.0 ab	10.5 a	3.2 a
Profile(25%)	24.6 bcd	7.5 bcd	13.1 b	4.0 b	13.1 a	4.0 a
Clinolite(50%)	18.4 d	5.6 d	25.3 a	7.7 a	15.1 a	4.6 a
Clinolite(25%)	24.6 bcd	7.5 bcd	17.7 ab	5.4 ab	12.1 a	3.7 a
Axis(50%)	28.2 bc	8.6 bc	22.6 ab	6.9 ab	11.8 a	3.6 a
Axis(25%)	37.7 a	11.5 a	19.7 ab	6.0 ab	9.8 b	3.0 b
Nada	26.6 bcd	8.1 bcd	16.4 ab	5.0 ab	9.8 b	3.0 b

Dentro de cada fecha de muestreo (columna), las diferencias mostradas con la misma letra no son diferentes significativamente

comercial, realizando agujeros de 7/8 de pulgada (2,2 centímetros) de diámetro [aproximadamente 6 pulgadas (15,2 centímetros) de profundidad] sobre el Green de Bermuda Tifdwarf. El suelo fue resultante fue retirado, y diferentes mezclas de enmiendas fueron incorporadas en los agujeros.

El tratamiento 1 (tabla 1) fue un pinchado con los agujeros rellenos al 100% por arena. Los tratamientos del 2 al 7, el volumen restante del material de relleno consistía en arena. Por ejemplo, el tratamiento 2 el material de relleno

consistía en un 25% del volumen con Profile y por tanto un 75% de arena. El tratamiento 8, el de control, no recibía nada, no se hicieron agujeros ni se aplicó enmienda.

La arena fue comprada de arenas Red Bay en Florida y cumplía todas las recomendaciones USGA. La arena fue apilada y usada en los tres años de estudio.

#### Recolección de datos

A lo largo de los tres años de estudio, los datos recogidos incluyeron: toma de muestras trimestral de suelo

de 0-3 pulgadas (0-7,62 cm.) de profundidad, analizadas para conocer el fósforo disponible para la planta, potasio, calcio, magnesio y pH del suelo; dos veces al año se hacía una evaluación de densidad (incluyendo la densidad de la resiembra); una vez al año una evaluación de la profundidad radicular; dos veces al año se tomaban lecturas con un medidor de infiltración de doble anillo; y una vez al año una determinación en laboratorio de la conductividad hidráulica saturada (sólo los años 2004 y 2005)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Resultados del test de suelo

En el primer año de trabajo, existieron pequeñas diferencias en el nivel de nutrientes atribuible al volumen o tipo de enmienda. Tras dos años de incorporación de enmiendas (las enmiendas se incorporaron en junio de 2004 y 2005), existieron diferencias en el nivel de nutrientes en suelo como resultado de las enmiendas. La tabla 2 muestra diferencias en el fósforo extraíble, potasio, calcio, magnesio y pH influido por el volumen y tipo de enmienda tras el tercer año de incorporación. El fósforo y magnesio analizado en suelo y el pH del suelo no se vieron afectados por la enmienda (este fue el caso en todos los análisis de suelo durante todos los años), indicando que el programa de fertilización llevado a cabo por el superintendente era lo suficientemente frecuente y abundante como para cubrir las recomendaciones nutricionales para dichos nutrientes.

### Potasio

El nutriente más afectado por la incorporación de varias enmiendas fue el potasio, especialmente las parcelas rellenas con cualquier cantidad de Clinolite, que retuvieron de manera significativa mayor cantidad de potasio que cualquier otro tratamiento. Este efecto fue observado primeramente en el segundo año de estudio, cuando las parcelas enmendadas con Clinolite mostraron un mayor contenido de

Clinolite incrementó la retención de potasio en el green en el segundo y tercer año de estudio



**Tabla 4. Recolección de datos de infiltración del doble anillo el 30 de agosto de 2005, dos meses después de la segunda aplicación de enmiendas**

Datos de infiltración del doble anillo, 2005	
Tratamiento	Pulgadas/horaH
Arena	3.0 a
Profile (50%)	2.4 a
Profile (25%)	2.8 a
Clinolite 50%)	2.2 a
Clinolite(25%)	3.4 a
Axis (50%)	3.4 a
Axis (25%)	2.2. a
Nada	3.4 a

raramente se vio afectada por los diferentes tratamientos de las enmiendas. En noviembre de 2005, todas las parcelas que habían sido aireadas mediante pinchado presentaban un mayor número de tallos (densidad) que las parcelas control que no habían sido aireadas. Por tanto el incremento de la densidad no tiene relación con las enmiendas, sino que está relacionado con los beneficios asociados a la aireación de un green.

En dos fechas de toma de datos, una en septiembre de 2006 y

incorporación de enmiendas), no se apreciaron diferencias significativas en la densidad del Ryegrass. En marzo de 2006, la parcelas con Clinolite (50%), contenían de manera significativa más Ryegrass que la parcela control sin tratamiento y que las parcelas con Profile (50% o 25%). Sin embargo, en enero de 2007, las parcelas con Clinolite (50%) y Profile (25%) obtuvieron una mayor densidad de Ryegrass que las parcelas con Axis (50% y 25%), sólo arena y control. En abril de 2007, tales diferencias desaparecieron, con diferencias no significativas en la población de Ryegrass resultante de los tratamientos.

**Tabla 5. Determinación en laboratorio de la conductividad hidráulica saturada afectada por las enmiendas. Los cilindros de suelo fueron recogidos tras la primera incorporación de enmiendas (septiembre 2004) y la segunda incorporación de enmiendas (noviembre 2005 y marzo 2006)**

Tratamiento	Conductividad hidráulica saturada (pulgadas / hora)		
	Septiembre 2004	Noviembre 2005	Marzo 2006
Arena	16 a	18 ab	10 ab
Profile (50%)	13 a	14 ab	11 ab
Profile (25%)	11 a	11 b	7 ab
Clinolite (50%)	12 a	23 ab	12 ab
Clinolite (25%)	14 a	12 b	14 a
Axis (50%)	14 a	24 a	13 ab
Axis (25%)	10 a	15 ab	6 b
Nada	11 a	14 ab	8 ab

Dentro de cada fecha de muestreo (columna), las diferencias mostradas con la misma letra no son diferentes significativamente

### Longitud radicular

Los datos de longitud radicular también fueron altamente variables de muestreo en muestreo. La tabla 3 muestra datos de muestras de longitud radicular de 2006, con datos de marzo de 2006 previos a la tercera incorporación de enmiendas, datos de junio recogidos dos semanas después de la tercera incorporación, y datos recogidos en septiembre, cuatro meses después a la tercera incorporación. En marzo de 2006, sólo los tratamientos con Axis (25%) mostraron un mayor crecimiento radicular con respecto a las parcelas con arena y control. En junio de 2006, el mayor crecimiento radicular de la Bermuda se obtuvo en la parcela con Clinolite (50%), que no fue significativamente mejor que la longitud radicular de las parcelas control. En septiembre de 2006, la incorporación de cualquier enmienda (excepto Axis 25%) mejoró la longitud radicular de la Bermuda comparándolo con la parcela control sin airear.

### Color del césped y calidad/respuesta de la planta

El color de la Bermuda y la calidad fueron evaluados mensualmente en una escala del 1 al 9, donde el 1 era completamente marrón o el césped

potasio que cualquier otra parcela. La tabla 2 muestra que el valor medio del contenido de potasio extraíble en las parcelas de Clinolite fue 109 libras de potasio/ acre. Significativamente mayor que en cualquier otro tratamiento. De las enmiendas incorporadas, Clinolite presentaba la mayor capacidad de intercambio catiónico, y por tanto debería ser capaz de retener cationes como el potasio mejor que cualquier otro tratamiento.

### VARIABLES DE LA PLANTA

#### Densidad

A lo largo del transcurso del estudio, la densidad de Bermuda y Ryegrass

### NO AFECTA

La infiltración in situ (doble anillo) no se vio afectada por las enmiendas y fue baja para ese green en particular.

otra en abril de 2007, las parcelas con Profile (50%) obtuvieron una mayor densidad que otras parcelas con otros tratamientos. La densidad no se vio afectada por las enmiendas en cualquier otra fecha (noviembre, marzo, junio o enero de cualquier año). Debido a que se tomaron datos de densidad a final de otoño e invierno, también se midieron los valores de densidad del Ryegrass reseñado. Las enmiendas causaron algunas diferencias de densidad en el Ryegrass, pero no se apreció una tendencia diferencial consistente a lo largo de los tres años de muestreo. Por ejemplo, en noviembre de 2005 (tras un año de

## Tras tres años de incorporación de enmiendas acumulativas, no se apreció una mejora sustancial en la infiltración, capacidad de retención de nutrientes, o cualidades del césped (densidad, masa radicular)

estaba muerto y 9 es un césped verde oscuro o exuberante. También se evaluó la salida de la latencia primaveral (en una escala del 1 al 9) y la retención de color durante el otoño. Ninguna medida mensual, ya sea color o calidad, se vio afectada por los tratamientos (los resultados no se muestran). De manera adicional, ni la salida de la latencia ni la retención de color otoñal se vieron afectadas por los tratamientos.

### DATOS DE INFILTRACIÓN

Se recogieron dos tipos diferentes de datos de infiltración. El primer tipo – medidas de infiltración con doble anillo- se recogieron en campo (in situ). Para recoger estos datos, se insertaron dos anillos en el green, uno con un diámetro exterior de 12 pulgadas (30,5 centímetros) y un diámetro interior de 6 pulgadas (15,2 centímetros). Se rellenó el anillo interior y exterior con agua, y el aporte se realizó hasta obtener un nivel constante. Se midió entonces la bajada de altura en un periodo determinado, obteniendo una valoración de la tasa de infiltración del green. Este tipo de colección de datos es tediosa, rigurosa y susceptible a variación, pero ayuda a obtener valores de infiltración de la “vida real”.

El segundo tipo de valores de infiltración recogidos fue la conductividad hidráulica saturada (Ksat). Para recoger estos datos, se trasladaron al laboratorio los cilindros de suelo obtenidos del pinchado del green, donde se determinó la tasa de movimiento de agua a través del

cilindro de suelo saturado. Se tomaron los valores de Ksat en los dos primeros años de estudio, pero no en el tercero.

La tabla 4 muestra un ejemplo del tipo de datos de infiltración recogidos del experimento con el doble anillo. A lo largo de los tres años de recolección de datos, no se apreció un incremento importante en la tasa de infiltración de este green como resultado de la incorporación de enmiendas, y la tasa de infiltración no se incrementó debido, bien a la aireación o la incorporación de enmiendas. Como se muestra en los datos, la infiltración raramente se incrementó por encima de 3,5 pulgadas (8,9 centímetros) por hora, un valor relativamente bajo de entrada de agua en un green.

Los datos de la tabla 5 indican que los cilindros de suelo obtenidos tenían una conductividad hidráulica relativamente alta, con valores por debajo o justo en el límite de las recomendaciones aportadas por la USGA de 6-12 pulgadas (15,2-30,5 centímetros)/ hora. Sin embargo en tres bloques de muestras, la incorporación de enmiendas nunca mejoró la conductividad hidráulica saturada por encima de las parcelas no aireadas. Pudiera ser que las mezclas de los greens aplicadas a este green en particular eran adecuadas, y que el pobre (o inexistente) drenaje en profundidad fuera posiblemente el principal culpable detrás de las bajas tasas de infiltración de campo.

La falta de diferencias en las medidas de laboratorio y campo de



Después de que los agujeros fueran realizados y los cilindros fueran extraídos, los agujeros fueron rellenados con la mezcla de la enmienda. Aquí se muestra una mezcla de 25% de Profile y 75% de arena (por volumen).

### MANEJO No hay que olvidar los principios básicos- aireación, verticut, recebo y manejo del colchón

los tratamientos no fueron sorprendentes. Tales datos son altamente variables, especialmente debido al proceso aleatorio de extracción de suelo donde se incorporaban las enmiendas. Por tanto, la cantidad actual de enmiendas en cada hueco podría variar, y las medidas por tanto ser también altamente variables. La replicación e intenso muestreo por parcela (se tomaron dos cilindros por parcela) son siempre usados para limitar la variabilidad, pero los datos de infiltración siguen siendo susceptibles a una gran variabilidad (4.8)

### ALGUNAS CONCLUSIONES

- ◉ Clinolite incrementó la retención de potasio en el green en el segundo y tercer año de estudio.
- ◉ La densidad del Ryegrass fue en algunas ocasiones mayor cuando se estableció en parcelas con Clinolite (50%).



◉ La infiltración in situ (doble anillo) no se vio afectada por las enmiendas y fue baja para ese green en particular.

◉ Las diferencias en la conductividad hidráulica saturada (medidas en laboratorio) como de resultado de la incorporación de enmiendas nunca fueron consistentes.

◉ Tras tres años de incorporación de enmiendas acumulativas, no se apreció una mejora sustancial en la infiltración, capacidad de retención de nutrientes, o cualidades del césped (densidad, masa radicular).

◉ La calidad del césped, color, salida de la latencia primaveral y retención de color otoñal no se vieron afectadas por la incorporación de enmiendas.

◉ Aunque investigaciones previas muestran beneficios de este tipo de enmiendas cuando se usan como parte de una nueva construcción, el presente estudio examinó estas enmiendas para renovación. En

**ARENAS**  
Investigar aparte de lo que se aporta en este estudio acerca de la selección de arenas (con qué se va a mezclar la enmienda) es tan importante como la enmienda en sí

este estudio, la incorporación de enmiendas en agujeros provenientes de la aireación no mostraron beneficios, y la reconstrucción del green (con un drenaje apropiado) hubiera sido una mejor opción.

## OTRAS REFLEXIONES

◉ Considerando la capa de drenaje en profundidad –en nuestro caso, ¿el mayor problema era una mezcla de greens con características inadecuadas, o la falta de drenaje?

◉ Mantener las necesidades nutricionales. ¿Cuánto fertilizante se puede comprar por el coste de una enmienda?

◉ No hay que olvidar los principios básicos- aireación, verticut, recebo y manejo del colchón.

◉ Investigar aparte de lo que se aporta en este estudio acerca de la selección de arenas (con qué se va a mezclar la enmienda) es tan importante como la enmienda en sí.

◉ La incorporación de enmiendas será probablemente una decisión muy específica de cada lugar.

Agradecimientos al Instituto Medioambiental de Golf por proporcionar financiación para esta investigación. ■

## Conclusión

Tres años de incorporación acumulativa de enmiendas no resultaron en una mejora sustancial de la infiltración, capacidad de retención de nutrientes o características del césped (densidad, masa radicular)

La calidad del césped, color, salida de la latencia primaveral o retención de color otoñal no se vieron afectadas por la incorporación de enmiendas

En este estudio, la incorporación de enmiendas en los agujeros de la aireación no mostraron beneficios

## BIBLIOGRAFÍA

- 1 ■ Bigelow, C.A., D.C. Bowman and O.K. Cassel. 2004. Physical properties of three sand size classes amended with inorganic materials or sphagnum peat moss for putting green rootzones. *Crop Science* 44:900-907.
- 2 ■ Bigelow, C.A., D.C. Bowman, O.K. Cassel and I.W. Ruffy Jr. 2001. Creeping bentgrass response to inorganic soil amendments and mechanically induced subsurface drainage and aeration. *Crop Science* 41 :797-805.
- 3 ■ Huang, Z.I. and A.M. Petrovic. 1995. Physical properties of sand as affected by clinoptilolite zeolite particle size and quantity. *Journal of Turfgrass Management* 1:1-15.
- 4 ■ Huang, Z.I. and A.M. Petrovic. 1995. Physical properties of sand as affected by clinoptilolite zeolite particle size and quantity. *Journal of Turfgrass Management* 1:1-15.
- 5 ■ Murphy, J.A., H. Samaranyake, J.A. Honig, U. Lawson and S.L. Murphy. 2005. Creeping bentgrass establishment on amended-sand root zones in two microenvironments. *Crop Science* 45 :1511-1520.
- 6 ■ Nus, J.L., and S.E. Brauen. 1991. Clinoptilolitic zeolite as an amendment for establishment of creeping bentgrass on sandy media. *HortScience* 26:117-119.
- 7 ■ Ok, C.-H., S.H. Anderson and E.H. Ervin. 2003. Amendments and construction systems for improving the performance

# Gestión de la energía en campos de golf: estaciones de bombeo

ANDREW J. STAPLES  
[astaples@gollresourcegroup.net](mailto:astaples@gollresourcegroup.net)

Nota del editor: Este artículo es propiedad de GCSAA/GCM y fue publicado en la edición julio 2009 de la revista GCM. [www.gcsaa.org](http://www.gcsaa.org)

Las estaciones de bombeo y el uso del agua de riego deben gestionarse adecuadamente para reducir el coste energético en campos de golf.

Este artículo es el segundo de una trilogía de artículos sobre la gestión de la energía en campos de golf. El estudio está basado en un programa divulgativo de encuestas sobre eficiencia energética realizado en 320 campos de golf del sur de California (EE.UU.) desde 2006 a 2008. El programa fue el primer estudio energético de este tipo realizado y completamente gratis para el consumidor. En él se identifican áreas con oportunidades de ahorro energético, prestando atención a la gestión del agua y su uso para el riego, al igual que la iluminación del campo y la recarga de las baterías de los buggies. El programa ofrece al consumidor un análisis de costes y beneficios para un desarrollo potencial del trabajo. Los ejemplos que se exponen indican un ahorro energético potencial de un 30% para los campos que participaron.

► **Cuestión 1:** Expertos estiman la demanda energética de las estaciones de bombeo en un 20% de la demanda energética mundial.

► **Cuestión 2:** La estación de bombeo para el riego de un campo de golf puede superar el 50% de las necesidades energéticas totales de las instalaciones de un campo de golf (información del programa energético del Golf ResourceGroup en el sur de California).

► **Cuestión 3:** Si se realiza incorrectamente, un variador de frecuencia



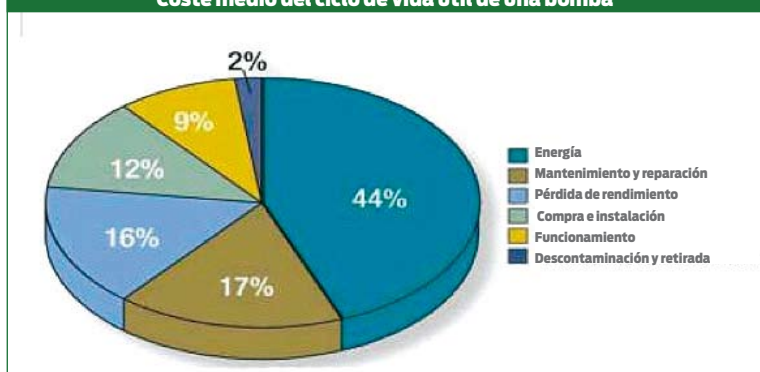
Estación de bombeo formada por tres bombas verticales

**ENERGÍA**  
 La demanda energética de las estaciones de bombeo representa un 20% de la demanda energética mundial

Figura 1. Ciclo de costes de la vida útil de una bomba

<b>Energía</b>	<b>44%</b>
<b>Mantenimiento y reparaciones</b>	<b>17%</b>
<b>Perdida de producción</b>	<b>16%</b>
<b>Adquisición e instalación</b>	<b>12%</b>
<b>Funcionamiento</b>	<b>9%</b>
<b>Desinfección y eliminación</b>	<b>2%</b>

Coste medio del ciclo de vida útil de una bomba



puede provocar que la estación de bombeo sea menos eficiente energéticamente que una estación típica de arranque a velocidad constante.

Este programa divulgativo pone de manifiesto que la mayoría de los superintendentes controlan la instalación esencial que consume

la mayor parte de la energía de un campo de golf: la estación de bombeo. Por ejemplo, un sistema de bombeo típico de cuatro bombas, donde cada una de las bombas tiene 75 CV, consume aproximadamente 225 kW, mientras que el consumo de las instalaciones de una Casa Club

común es normalmente menor de 100 kW. La estación de bombeo es también la principal responsable de que sea posible regar el campo de golf cada noche, asegurando de esta forma unas condiciones óptimas de juego para los jugadores que pagan para disfrutar de las instalaciones.

## ¿CUÁL ES EL COSTE REAL DE UN SISTEMA DE BOMBEO EFICIENTE?

Expertos estiman que el coste inicial de una bomba es el 12% del coste total a lo largo de los 20 años de su vida útil (Figura 1).

Por lo tanto, si una bomba cuesta 27.000 euros, el coste total a lo largo de su vida útil es de 225.000 euros aproximadamente. Esto significa que 135.000 euros corresponden al consumo eléctrico y a los costes de mantenimiento durante la vida útil de la misma. La mayoría de los campos de golf disponen de más de una bomba, con una media de entre dos y diez bombas. Esto nos lleva a hacernos la siguiente pregunta: ¿es esencial asegurar un funcionamiento óptimo de las bombas de manera eficiente?

Normalmente, la capacidad de una estación de bombeo se describe estimando el caudal total por hora que es capaz de suministrar a una presión determinada. Por ejemplo, una estación que se diseña para suministrar un caudal de 540 m<sup>3</sup>/h requiere una presión aproximada de 8 bares. Sin embargo, para evaluar con precisión la eficiencia de una estación de bombeo, debemos calcular el "Punto de Funcionamiento Eficiente del Bombeo" (OPE, Operating Pumping Plant Efficiency), que mide la eficiencia en el arranque de las bombas para bombear agua al sistema. Para hacer este cálculo debemos medir la potencia necesaria para suministrar el caudal necesario y la presión total del sistema (presión de elevación y pérdidas de carga) Tabla 1.

Muy pocas veces se describe una estación de bombeo en términos de eficiencia, ya que en la ma-

**Tabla 1. Valores medios de eficiencia de las estaciones de bombeo**

Motor (CV)	BAJO%	MEDIO%	BUEN%	EXCELENTE%
3-5	41.9 o menos	42-49.9	50-54.9	55 o superior
7-10	44.9 o menos	45-52.6	53-57.9	58 o superior
15-30	47.9 o menos	48-55.9	56-60.9	61 o superior
40-60	52.9 o menos	53-59.9	60-64.9	65 o superior
75 o más	55.9 o menos	56-62.9	63-68.9	69 o superior

yoría de las ocasiones la eficiencia es un dato que se desconoce. Sin embargo, el desgaste que sufren las estaciones de bombeo con el tiempo supone una reducción en el caudal suministrado de entre un 10-20% menos de lo que debería suministrar, lo que indica un bombeo ineficiente. Como los costes energéticos continúan subiendo, conocer el Punto de Funcionamiento Eficiente en el bombeo será realmente importante para ahorrar costes en el futuro.

## ¿CUÁL ES EL COSTE REAL DE UN SISTEMA DE BOMBEO INEFICIENTE?

Si siguiendo el ejemplo anterior de un campo de golf que adquiere una bomba por 27.000 euros y tiene que asumir un coste de 135.000 euros en consumo energético y mantenimiento durante la vida útil de la misma. En el caso de tener ocho bombas, los gastos asociados al consumo y mantenimiento ascenderían a 1.080.000 euros. Si cada bomba está funcionando al 90% de su eficiencia, se considera un coste extra de 105 euros durante la vida útil de cada bomba, lo que se traduce en un coste extra total de 5.300 euros al año. Además, habrá un 10% de desgaste extra del motor, el eje y el impulsor de cada bomba y, en teoría, las bombas tendrán que ser sustituidas un 10% antes del tiempo estimado de vida útil.

## CÓMO AHORRAR ENERGÍA Y DINERO

Un campo de golf debe centrarse en realizar mejoras que tengan el mayor impacto inicial posible, y encontrar la manera más rápida de amortizar la inversión realizada. Las estaciones de bombeo consumen

más energía que cualquier otra instalación en un campo de golf, debido al tamaño de las bombas y la energía que se requiere para arrancarlas. Debido a que la facturación se basa en la carga total del sistema, el funcionamiento de una estación de bombeo costará más cuantos más caballos de vapor (CV) actúen, y por consiguiente, mayor será el consumo de kilovatios (kW). Según los resultados del programa energético en el sur de California, la forma más fácil de ahorrar con la amortización del coste inicial más corta se puede conseguir de tres maneras distintas:

- ☛ Instalando programadores de eficiencia energética: un variador de frecuencia; una bomba jockey de entre 15-40 CV controlada por un variador de frecuencia; y motores premium eficientes certificados por la NEMA (National Electrical Manufacturers Association).
- ☛ Asegurando que el sistema de bombeo trabaja en el punto de mayor eficiencia (BEP, Best Efficiency Point) durante tanto tiempo como sea posible, maximizando el caudal a la cantidad demandada por los aspersores.
- ☛ Regando menos, lo que supone bombear menos.

## INSTALACIÓN DE PROGRAMADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

### Variadores de frecuencia

Si se instalan correctamente, un variador de frecuencia es quizás la mejor medida disponible de ahorro energético para la estación de bombeo de un campo de golf. El variador produce un "arranque suave" de las bombas, lo que permite al

## DESGASTE

El desgaste que sufren las estaciones de bombeo con el tiempo supone una reducción en el caudal suministrado de entre un 10-20% menos de lo que debería suministrar, lo que indica un bombeo ineficiente



motor ascender lentamente hasta su máxima velocidad de trabajo. Los variadores de frecuencia aumentan la capacidad de controlar el caudal relativo a la cantidad de energía consumida por las bombas de velocidad constante. El arranque suave también reduce el desgaste del sistema de riego, reduciendo el golpe de ariete y alargando la vida útil de las tuberías. Debido a que la demanda de riego en un campo de golf varía considerablemente a lo largo del año, un variador de frecuencia en una bomba es una necesidad cuando se trata de administrar el uso de la energía. Los datos recogidos para el estudio en los diferentes campos de golf por el Golf ResourceGroup indican que una bomba de pozo también se puede beneficiar de la instalación de un variador de frecuencia. Puesto que el nivel de los acuíferos varía a lo largo del año, un variador de frecuencia puede ajustarse para tener en cuenta estas oscilaciones, reduciendo el coste del bombeo considerablemente.

La creciente popularidad de los variadores de frecuencia ha traído consigo una serie de malas aplicaciones que realmente aumentan los costes energéticos: por ejemplo, si una estación de bombeo trabaja sólo a su máxima capacidad de bombeo durante un corto periodo de tiempo o a un bajo flujo de bombeo durante un periodo prolongado, la bomba estará funcionando ineficientemente y lejos del punto de mayor eficiencia (BEP) en la curva de funcionamiento de la bomba, causando un incremento de los costes energéticos. Para todos estos casos de malas prácticas, se recomienda la investigación o el asesoramiento de un técnico de riego. Estos problemas surgen cuando se adquieren nuevas bombas o se diseña la estación de bombeo sin calcular las necesidades reales de riego.

### **Bomba jockey controlada por un variador de frecuencia**

El programa de encuestas en el sur de California descubrió que los campos de golf se han alejado de la uti-

lización de bombas jockey de menor tamaño (bombas de entre 15-25 CV, diseñadas para suministrar bajos caudales de riego). La razón que existe tras este cambio es que las bombas de menor tamaño no serían necesarias de aquí en adelante, ya que los variadores de frecuencia de las bombas de gran tamaño serían capaces de hacer frente y regular tanto las altas como las bajas demandas de bombeo y energía.

Esta solución no es eficiente energéticamente porque las bombas de gran tamaño trabajan con caudales bajos durante periodos prolongados de tiempo, para aplicaciones de riego pequeñas como los riegos con manguera o el arranque de varios aspersores únicamente. Debido a que el sistema de bombeo no suministra a su máxima capacidad, la bomba no trabaja a su punto de mayor eficiencia a lo largo de su curva, causando un uso ineficiente de la energía (Figura 2).

Para determinar cuando la energía está siendo usada eficientemente, debemos medir los kilowatios hora entre la cantidad media de agua bombeada (normalmente medida en m<sup>3</sup>/h). Los valores más bajos de kWh consumidos por m<sup>3</sup>/h de agua bombeada se registrarán cuando la bomba esté trabajando en el punto más alto de la curva de la misma. Cuando los caudales son bajos durante periodos prolongados, consumen más kWh para bombear la misma cantidad de agua, y los variadores de frecuencia provocan un arranque de las bombas ineficiente. Si esto sucede continuamente, las ineficiencias aumentan con el tiempo e incrementan incluso más los costes energéticos.

En zonas como el sur de California, los campos de golf pueden usar una bomba jockey más pequeña para el riego con manguera y el syringing en momentos del día con picos de demanda y bloquear las bombas más grandes para de esta forma eliminar los cargos más altos cargos de consumo registrados por estas

**MAL USO**  
La creciente popularidad de los variadores de frecuencia ha traído consigo una serie de malas aplicaciones que realmente aumentan los costes energéticos

Debido a que la demanda de riego en un campo de golf varía considerablemente a lo largo del año, un variador de frecuencia en una bomba es una necesidad cuando se trata de administrar el uso de la energía

Motor (CV)	eficiencia standard del motor	kWh anuales en 2000 horas para funcionamiento	Eficiencia motor premium	kWh anuales en 2000 horas para funcionamiento	Ahorro energético (kWh/año)	Ahorro energético (\$/año)
25	90	31.080	93.9	29.800	1280	143
50	91.2	61.357	94.8	59.044	2313	254
100	92.7	120.679	95.4	117.271	3408	375
150	93.1	180.331	95.8	175.136	5195	571

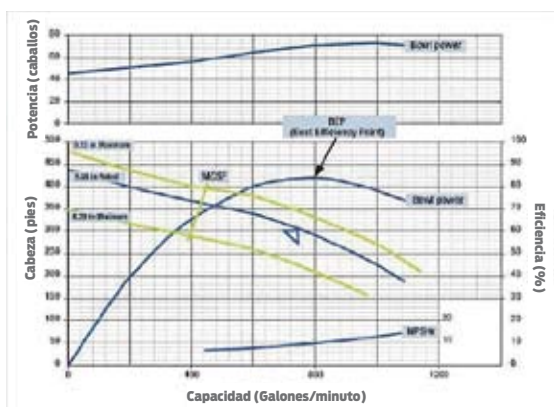


Figura 2: Curva característica del funcionamiento de una bomba

bombas. El coste extra de una bomba jockey con un variador de frecuencia incrementará la inversión inicial de una nueva estación de bombeo. Sin embargo, en 15 de las 20 evaluaciones energéticas del programa donde una bomba jockey se consideró como una opción, se estimó que los costes de la misma se amortizarían en menos de cinco años.

### Motores premium eficientes

De acuerdo a la National Electrical Manufacturers Association's (NEMA), los motores premium certificados por su eficiencia son probablemente el proyecto más fácil de llevar a cabo en un campo de golf. La inversión es sencilla: instalar motores eléctricos que tengan la mayor eficiencia energética eléctrica acorde con las necesidades de bombeo (es necesario asegurarse de que los motores son los certificados por la NEMA, ya que las diferentes clasificaciones pueden inducir a error). Los motores premium eficientes pueden amortizarse en pocos años y a veces en tan

### CAUDALES

**Cuando los caudales son bajos durante periodos prolongados, consumen más kWh para bombear la misma cantidad de agua, y los variadores de frecuencia provocan un arranque de las bombas ineficiente**

poco tiempo como en unos meses (Tabla 2). Estos motores continuarán ahorrando costes energéticos más allá de la amortización del coste de su adquisición. Comprender los verdaderos costes de utilización de estos motores, y no sólo los costes de inversión iniciales, deben ser los factores motivadores a la hora de realizar mejoras de eficiencia energética.

### FUNCIONAMIENTO EFICIENTE DEL SISTEMA DE BOMBEO

La gestión del funcionamiento de las bombas es esencial para maximizar el ahorro relativo a los costes energético. Unas de vías más sencillas de usar la energía de manera eficiente es maximizando la cantidad de agua que sale de la estación de bombeo y hacerla coincidir con la cantidad máxima que es capaz de suministrar cada bomba. En otras palabras, si una bomba de 75 CV suministra un caudal máximo de 170 m<sup>3</sup>/h, entonces el programa de riego de esa bomba debería diseñarse para que bombee 170 m<sup>3</sup>/h. Es sorprendente descubrir la de veces que este concepto ha sido pasado por alto. Cada bomba usada durante la programación del riego debe ser diseñada para suministrar su caudal máximo o la bomba no optimizará su consumo energético. Como este aspecto no es siempre posible, la idea es diseñar el programa de riego para llevar cada bomba a su máxima capacidad el mayor tiempo posible. En el caso de bombas con variador de frecuencia instalado, al maximizar el caudal de cada bomba se minimiza el potencial de arran-

que de las bombas con flujos de caudal bajo durante periodos de tiempo prolongados y se optimiza la energía necesaria para dicho bombeo.

El funcionamiento individual de cada bomba es solamente una parte de la ecuación. Asegurarse de que todas las bombas del sistema trabajan secuencialmente entre ellas maximiza la capacidad global del sistema para ahorrar energía.

La precisión y actualización de la programación del sistema de riego, junto con unos conocimientos de hidráulica adecuados, son fundamentales para optimizar el consumo energético. En particular, el caudal y la presión de salida del agua en la estación de bombeo deben ajustarse al tamaño de las tuberías de la red principal de riego. Los expertos informan de que la mayoría de las estaciones de bombeo de los campos de golf están mal diseñadas para la demanda de riego que tienen que abastecer. Ya sea debido a que el caudal de bombeo o la presión sean demasiado elevados, o bien porque las tuberías de riego son demasiado pequeñas. Todos estos factores deberían de tenerse en cuenta a la hora de programar un sistema de riego existente, o bien a la hora de mejorar o renovar una estación de bombeo. Cada campo de golf debería, siempre que le sea posible, acudir a un asesor de diseño de sistemas de riego cualificado para que participe y asesore en la selección final de la estación de bombeo y en el funcionamiento global del sistema de riego.

Uno de los mayores conceptos erróneos que se ha descubierto durante la realización de este pro-

grama divulgativo en el sur de California ha sido la concepción que se tiene de que una nueva estación de bombeo es automáticamente más eficiente que una estación de bombeo existente de cierta antigüedad. El programa divulgativo ha descubierto que la utilización de las bombas adecuadas junto con una programación equilibrada del sistema de riego es esencial para conseguir un bombeo eficiente. En casi todos los casos estudiados, la antigua estación de bombeo ha sido reemplazada por un sistema de bombeo más eficiente y de mayor tamaño, pero muy pocos si acaso, han realizado modificaciones en la red de tuberías principales de distribución del riego. La capacidad de bombeo superior del sistema nuevo, junto con la falta de programación provoca que el sistema de bombeo trabaje de manera menos eficiente de lo que realmente puede. Como resultado, el nuevo sistema de bombeo consume la misma, y algunos casos más energía que el sistema de bombeo antiguo.

## DISMINUCIÓN DEL RIEGO

Un campo de golf tiene otra alternativa para reducir el consumo energético, regar menos. El agua ha sido usada y continuara siendo uno de los mayores recursos medioambientales asociado a los campos de golf. Factores como la localización, el diseño, la orografía o el tipo de suelo influyen en la cantidad de agua que un campo de golf requiere, y esta cantidad de agua puede variar considerablemente de un campo a otro, incluso entre campos de una misma región. Regar menos supone depender me-

nos en la máxima capacidad de abastecimiento de la estación de bombeo y otorga menor prioridad en asegurar que el campo se pueda regar en el menor tiempo posible. Reducir el suministro total del sistema de bombeo implica que se necesita menos energía para aplicar el agua de riego al campo de golf. En consecuencia, menos riego es igual a menor consumo energético.

Aunque la disminución del riego puede lograrse con pocas o incluso ninguna modificación del diseño y la orografía del campo de golf, un rediseño o reajuste de los elementos del campo tendrá un mayor impacto, ya que la superficie de césped, el diseño de los bunkers, el tamaño y el grado de los taludes, etc., están directamente relacionados con los recursos necesarios para mantener el campo en las condiciones necesarias para atraer a los jugadores de golf. Un campo de golf con fuertes pendientes, bunkers y greens de gran tamaño y amplias zonas regables que no se consideran de juego incrementan los costes de mantenimiento. Por lo tanto, ajustando el diseño de todas estas zonas (sin modificar el modelo de juego del campo) puede suponer una enorme diferencia en todos los costes asociados al mantenimiento del campo a largo plazo, incluida la gestión del consumo energético.

## CONCLUSIONES

El conocimiento de la gestión de la energía en un campo de golf puede permitir a los superintendentes usar la energía de manera más eficiente y reducir la demanda media de kilovatios. El ahorro de demanda puede

**AHORRO**  
El ahorro de demanda energética puede lograrse en áreas como la programación del riego, el diseño hidráulico del sistema de bombeo y la disposición de los aspersores en el campo, al igual que en la gestión del agua de riego.

lograrse en áreas como la programación del riego, el diseño hidráulico del sistema de bombeo y la disposición de los aspersores en el campo, al igual que en la gestión del agua de riego. La investigación en estas áreas de trabajo puede incrementar los costes iniciales, pero de igual manera se podrían identificar grandes oportunidades de ahorro. Puesto que los recursos son cada vez más escasos o caros o ambas cosas, la realización de ajustes en el mantenimiento general en los campos de golf será cada vez más importante y necesario. ■

## BIBLIOGRAFÍA

- **Hovstadius, G. 2006.** Understanding the economics of variable speed pumping. ITT Flygt Corp. and PlantServices.com. [www.plantservices.com/articles/2006/0i7.html](http://www.plantservices.com/articles/2006/0i7.html) (verified June 2, 2009).
- **U.S. Department of Energy. 2001.** A guide to LCC analysis for pumping systems. Pump life cycle costs: executive summary. Office of Industrial Technologies Energy Efficiency and Renewable Energy. [www.eere.energy.gov/industry/bestpractices/pdfs/pumplcc\\_1001.pdf](http://www.eere.energy.gov/industry/bestpractices/pdfs/pumplcc_1001.pdf) (verified June 2, 2009).
- **U.S. Department of Energy. 2005.** Energy Efficiency and Renewable Energy Industrial Technologies Program — Best Practices. [www.eere.energy.gov/industry/bestpractices/printable\\_versions/news\\_detail.asp?news\\_id=9035](http://www.eere.energy.gov/industry/bestpractices/printable_versions/news_detail.asp?news_id=9035) (verified June 2, 2009)

El funcionamiento individual de cada bomba es solamente una parte de la ecuación. Asegurarse de que todas las bombas del sistema trabajan secuencialmente entre ellas maximiza la capacidad global del sistema para ahorrar energía