

# Análisis físico de suelo

Los análisis realizados en laboratorios acreditados pueden tener un impacto positivo en la rentabilidad, jugabilidad y durabilidad de un campo de golf.

POR SAM FERRO

Los análisis físicos de laboratorio proporcionan una variedad de pruebas del suelo y servicios de consultoría agronómica que pueden brindar conocimiento valioso al evaluar el estado actual de su césped. También es muy común usar laboratorios durante los proyectos de construcción y renovación para asegurarse de que se están usando los materiales adecuados. Este artículo describe algunos procedimientos de análisis comunes, cuándo se deben realizar los análisis, y cómo estos pueden beneficiar al campo de golf.

## ANÁLISIS DEL TAMAÑO DE PARTÍCULAS

El análisis del tamaño de partículas (PSA) es uno de los análisis más versátiles y descriptivos que se realizan en los materiales del suelo. El PSA es la primera prueba que se debe realizar al evaluar las posibilidades de usar arena o tierra en fairways, greens, bunkers, mezclas para zona radicular y enarenado. También es una excelente herramienta de diagnóstico. Los resultados acerca del tamaño de las partículas pueden indicar estabilidad del suelo, posibilidad de compactación, tendencia a drenar o retener humedad y compatibilidad con los suelos del sitio.

Durante un proyecto de construcción, el PSA se usa como indicador para verificar si los materiales de un proveedor (arena para greens, tees y bunker, enarenado y taponado) son uniformes. El PSA, en general, se realiza en cada lote de arena o tierra que se recibe en el campo de golf. Si los resultados del PSA coinciden para todos los lotes, entonces se puede considerar que la arena es uniforme y aceptable. Si los resultados del PSA muestran variaciones excesivas, eso puede ser motivo de rechazo.

El PSA incluye una determinación del contenido de arena, sedimentos y arcilla, y la distribución de granos de arena. Se determinan parámetros como el  $D_{15}$  (diámetro de partículas en el que el 15 % de las partículas presentes son más finas) y el  $D_{85}$  (diámetro de partículas en el que el 85 % de las partículas presentes son más finas). También se puede proporcionar una clasificación de textura según los estándares del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).

El PSA se compone de dos fases diferentes. Una fase es el análisis de textura de un suelo donde se determina el contenido de arena, sedimentos y arcilla. Otra fase del PSA es el análisis de distribución de granos de arena. La distribución de granos de arena se determina mediante el uso de una pila de tamices con aperturas que van disminuyendo en tamaño desde el tamiz superior al inferior, y se realiza según la definición de distribución de arena del USDA. Las distribuciones de granos de arena se deben determinar en componentes de arena donde se hayan eliminado todos los sedimentos y la arcilla.

En la mayoría de los sistemas de césped de alto rendimiento, es conveniente que haya una mínima cantidad de sedimentos y arcilla. Los tamaños de partículas de arena deben estar distribuidos en un rango de 0.05 mm a 2.00 mm, con una mayor cantidad de partículas de 0.25 a 1.00 mm. Si hay una gran cantidad de partículas mayores de 2 mm, es probable que surjan problemas en el futuro si el mismo tipo de arena se usa para el enarenado. Si hay una gran cantidad de partículas menores de 0.15 mm, es probable que esto afecte negativamente al drenaje. El coeficiente de uniformidad (Cu), que es un cálculo que indica la distribución

de los tamaños de partículas del suelo, se encuentra generalmente en un rango de 2 a 4. Los valores de Cu mayores de 4 indican que las partículas del suelo pueden compactarse demasiado y producir una superficie dura y con drenaje deficiente. Los valores de Cu menores de 2 indican que los materiales pueden no compactarse lo suficiente, lo que genera una superficie floja y una falta de retención de humedad.

## EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO FÍSICO

¿Está construyendo nuevos greens? Entonces se debe realizar una evaluación de rendimiento (PE) físico junto con el análisis del tamaño de partículas. La evaluación de rendimiento físico se usa para diseñar y evaluar mezclas para zona radicular. Es la prueba clave para determinar la necesidad de modificaciones en la zona radicular y para determinar cuántas modificaciones se necesitan para optimizar el rendimiento.

¿Tiene problemas con el drenaje o con la retención de humedad en sus greens? ¿Desea tener una referencia sobre el rendimiento de sus greens? La PE es una excelente fuente de información sobre el rendimiento de las zonas radicales existentes. En general, se usa como parte de una evaluación de diagnóstico de perfil del suelo. Los resultados de esta evaluación de diagnóstico se pueden usar para proporcionar recomendaciones sobre la reconstrucción de greens, la modificación de greens (eliminación de capas de la superficie) y la modificación y verificación de prácticas de mantenimiento, como el enarenado y la ventilación.

La evaluación de rendimiento físico proporciona información sobre la conductividad hidráulica saturada (que se suele denominar

"K-Sat" o "tasa de infiltración"), la densidad aparente, la densidad de partículas y las características de porosidad de un material propuesto para la zona radicular. Los métodos que se usan para determinar los parámetros se basan en métodos de pruebas agronómicas estándar y el protocolo de la USGA. La prueba implica la compactación de una muestra a capacidad de campo (o núcleos intactos de las zonas radiculares existentes), seguida de una determinación de los parámetros enumerados.

La PE es una herramienta útil para determinar la adecuación de los materiales analizados para usar en sistemas de césped, como el sistema de green de la USGA. Los parámetros importantes que ayudan en esta evaluación son los valores de K-Sat y de porosidad capilar. La PE se realiza en una muestra compactada (las muestras se compactan con una fuerza de 14.3 pies-libras/pulgadas<sup>2</sup>) y representa el peor escenario posible con respecto al rendimiento de la zona radicular.

Los **índices de infiltración**, tal como se determinan en el laboratorio, son una medida de la rapidez con la que el agua penetra y se drena en la muestra de la prueba. Los índices de infiltración se determinan a través de un método de carga constante para medir la conductividad hidráulica saturada (K-Sat). Los resultados de K-Sat son útiles para evaluar los greens, tees, bunkers e incluso el rendimiento de los fairway.

Los resultados deseados de K-Sat de cualquier proyecto dependen de una variedad de factores, como la utilización, la cantidad de precipitaciones, las condiciones de evaporación y la calidad del agua. La USGA indica que los valores de K-Sat mayores de 6 pulgadas/hora son aceptables para los greens de golf. Otros métodos de construcción sugieren como deseables valores más altos o más bajos. Sin importar el índice deseado, se debe evaluar este resultado con cuidado. La reproducibilidad de los resultados en un único laboratorio es, en general, de +/-3 pulgadas/hora. Los resultados en

diferentes laboratorios pueden mostrar mayor variabilidad.

Los datos de porosidad se dividen en tres subcategorías: porosidad total (la cantidad de espacio entre las partículas del suelo), porosidad capilar (el espacio de los poros que se llena de agua) y porosidad no capilar (el espacio de los poros que se llena de aire). Se espera que la zona radicular tenga aproximadamente la mitad de volumen sólido y la otra mitad con espacio poroso. La cantidad de espacio poroso con agua y de espacio poroso con aire debería ser aproximadamente igual. Esto debería ofrecer condiciones beneficiosas para el crecimiento radicular, niveles de oxígeno adecuados y buena retención de agua y minerales.

La **densidad aparente** es una medida de la masa del material aparente de la zona radicular por unidad de volumen. Los resultados de la densidad aparente pueden indicar la presencia de compactación excesiva o de suelo flojo o inestable. La mayoría de los sistemas de césped tendrán una densidad aparente de entre 1.3 y 1.6 gramos/centímetro cúbico. Los valores más altos pueden indicar que el sistema de césped es muy duro y los valores más bajos pueden indicar que el sistema de césped es muy blando.

La **densidad de las partículas** es una medida de la masa de las partículas individuales del material de la zona radicular por unidad de volumen. El uso principal de la densidad de las partículas es el cálculo de los valores de porosidad. Se debe tener cuidado de no confundir la densidad de las partículas con la densidad aparente. La densidad aparente es una medida de las partículas más el espacio de aire entre ellas, mientras que la densidad de las partículas no incluye el aire. La densidad de las partículas de la arena es de alrededor de 2.65 g/cc.

La **materia orgánica (OM)** se informa con una base de peso seco para proporcionar una evaluación precisa de la zona radicular. Las mezclas para suelos y zonas radiculares que se usan en los céspedes a base de arena de los campos de golf y de deportes, en general, contienen menos de 2 % de materia orgánica por peso seco.

La prueba de materia orgánica se usa como indicador para saber si la mezcla para zona radicular es uniforme durante los proyectos de construcción. La prueba de OM (junto con la del tamaño de partículas) se realiza generalmente en cada lote de mezcla para zona radicular que se recibe en el campo de golf. Si los resultados de las pruebas de OM, PSA y rendimiento son uniformes de lote a lote, entonces se puede considerar que la mezcla es uniforme y aceptable. Si hay variaciones excesivas, eso puede ser motivo de rechazo.

## EVALUACIÓN DEL BUNKER

Elegir la arena para un bunker puede ser como dispararle a un objeto en movimiento. La preferencia de arena para bunkers de los golfistas puede ser extremadamente personal y, muchas veces, contradictoria. Lo que un golfista puede considerar un buen bunker puede que no sea tan agradable para otros golfistas. Los análisis de laboratorio pueden ayudar a proporcionar una guía uniforme durante el proceso de selección de la arena para el bunker.

La evaluación de la arena para el bunker en el laboratorio es un proceso que implica varias pruebas. Se realiza una prueba de la arena para determinar el tamaño de las partículas, el valor de penetrometro, el índice de infiltración, las costras, la disposición, la forma y el color. Este proceso de evaluación proporciona una buena indicación de cómo se comportará la arena en el bunker y cómo afectará a los greens cercanos.

Los aspectos de rendimiento de la arena del bunker están relacionados con las características del impacto o lie de la bola, además de los factores de mantenimiento. El rendimiento de la arena de un bunker en particular es, en gran parte, la consecuencia de la distribución del tamaño y la forma de las partículas de la arena. La arena muy fina, los sedimentos y la arcilla afectan negativamente el índice de infiltración, las costras y la disposición. Por lo tanto, suele ser ideal contar con una cantidad mínima de estas partículas. La forma de la arena afecta el lie de la bola. La arena de grano angular generalmente



proporciona un mejor lie que la arena de grano redondo.

### DISTRIBUCIÓN DE LA GRAVILLA

Las pruebas de gravilla, en general, se realizan casi en conjunto con algún tipo de construcción. En muy pocas ocasiones se usa con fines de diagnóstico. La gravilla se suele usar para asistir al drenaje o a las capacidades de retención de agua de un sistema de drenaje. La gravilla se encuentra en la parte inferior del sistema de césped o bunker de arena, cubierta por la arena o zona radicular intermedias.

A menudo, la gravilla para drenaje se selecciona después de elegir los materiales para la zona radicular. Esto se debe a la preocupación por la “permeabilidad y el desborde” entre el material de la zona radicular y la gravilla.

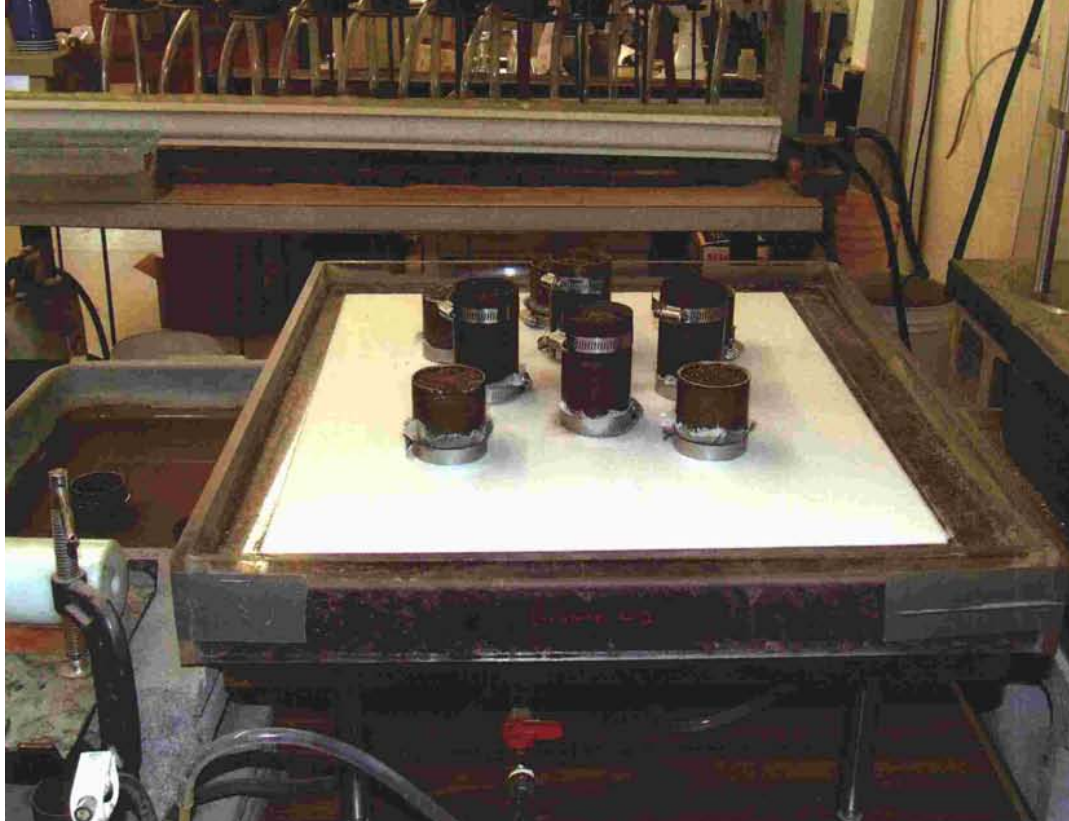
El desborde se refiere a usar el material para la zona radicular y la gravilla de tamaños adecuados de modo que la mezcla para zona radicular se mantenga suspendida por sobre la gravilla. Si las partículas de la zona radicular son muy pequeñas en comparación con el tamaño de la gravilla, hay posibilidades de que estos materiales migren hacia abajo, a la gravilla, con el tiempo. La permeabilidad también se refiere a usar el material de la zona radicular y la gravilla de tamaños adecuados. Sin embargo, el objetivo de la permeabilidad correcta es asegurarse de que haya una diferencia de tamaño bien marcada entre las capas de gravilla y de zona radicular. La permeabilidad adecuada indica que habrá una rotura capilar entre la mezcla para zona radicular más fina y gravilla más gruesa. Estos son los cálculos para verificar el desborde y la permeabilidad:

$$\text{Desborde: } D_{15\text{gravilla}} \leq 8 \times D_{85\text{zonaradicular}}$$

$$\text{Permeabilidad: } D_{15\text{gravilla}} \geq 5 \times$$

$D_{15\text{zonaradicular}}$

Se requiere una permeabilidad y un desborde adecuados para el movimiento correcto de agua. Usar gravilla del tamaño adecuado aumenta la retención de humedad de la zona radicular, ayuda a mantener niveles uniformes de humedad en toda la zona radicular y asegura que el exceso de agua se moverá rápidamente al drenaje.



Los laboratorios de análisis físicos proporcionan información crítica para usar como base al tomar decisiones durante la construcción o renovación de un campo de golf. Se puede realizar una gran variedad de análisis de suelo para brindar conocimiento valioso al evaluar el estado actual del césped y, además, proporcionar la seguridad de que se están usando materiales de calidad durante los proyectos en curso.

La prueba de distribución de gravilla es equivalente a la de distribución de granos de la arena. Es una medida de la distribución del tamaño de las partículas de la gravilla. La gravilla que se usa en los greens y bunkers suele tener un rango de tamaño de 1 mm a 12.5 mm.

### CARACTERIZACIÓN DE LA LIBERACIÓN DE AGUA

La prueba de caracterización de liberación de agua se usa para realizar una evaluación de la liberación y retención de humedad. Esta prueba es especialmente útil para determinar la capacidad de retención de agua y de drenaje de los sistemas en los que los protocolos de la USGA no se aplican, tales como los fairways, los materiales de construcción nativos y los sistemas de arena firme. Los datos sobre la liberación de agua se pueden usar para evaluar la adecuación de un suelo o modificación a un sistema de césped particular. Un uso común de la prueba de liberación de agua es determinar la profundidad de taponado con arena o tierra de los fairways. También puede estar directamente relacionada con las mediciones de humedad tomadas en

el campo y proporcionar información útil para los tiempos de irrigación y las prácticas de manejo del agua.

La prueba de liberación de agua puede realizarse con un rango de tensión del suelo de 15 bar (punto de marchitez permanente) a 1/3 bar (capacidad de campo para perfil de suelo continuo) de presión, y de 30 cm (tensión a la que se realiza la evaluación de rendimiento de la USGA) a 0 cm (saturación). La prueba de liberación de agua implica obtener mediciones de la humedad de agua a diferentes tensiones. Se trazan una serie de puntos de liberación de humedad para determinar a qué presión el suelo o el producto de la modificación liberan humedad. Esta prueba determina la profundidad de la zona radicular necesaria para mantener la cantidad de humedad adecuada para el crecimiento de las plantas.

### REALICE LOS ANÁLISIS CON EL MEJOR

Los análisis físicos son un elemento importante para el manejo de un campo de golf agrónomicamente firme. Sin embargo, no todos los análisis e informes de laboratorio se realizan de

la misma manera. Asegúrese de usar un laboratorio que esté acreditado para realizar análisis físicos de suelo para la industria del golf. Un laboratorio acreditado tendrá el conocimiento y la capacidad para garantizar que se realizarán los procedimientos de prueba adecuados y que se realizarán correctamente. Estos son algunos de los beneficios de usar un laboratorio de análisis adecuado:

- Proporciona información valiosa para determinar la necesidad de modificar, renovar o reconstruir los campos de golf existentes.
- Proporciona seguridad a los encargados del césped, propietarios y constructores sobre la calidad de los materiales que se utilizan en los proyectos de construcción.
- Proporciona una herramienta para evaluar el estado actual de un sistema de césped y puede ayudar a diagnosticar problemas en el césped.
- Proporciona la información necesaria para ayudar a seleccionar arena para bunker adecuada según el rendimiento, y no según la apariencia.
- Los laboratorios acreditados proporcionan datos, informes y consultoría que son excelentes recursos para el encargado del césped.

En esta revista (y en el sitio web de la USGA) hay una lista de laboratorios que están acreditados por la Asociación Estadounidense para Acreditación de Laboratorios (A2LA). Estos laboratorios se especializan en el análisis físico del suelo para la industria del golf y han demostrado competencia continua en las pruebas de materiales que se especifican en las recomendaciones de la USGA para la construcción de greens. La USGA recomienda que solo se usen laboratorios acreditados por la A2LA para pruebas y análisis de materiales para construcción de greens según las guías de la USGA.

*SAM FERRO es el presidente de Turf Diagnostics & Design, un laboratorio de análisis de suelo acreditado por la A2LA en Linwood, Kansas.*