

Garantía

Todos los productos fabricados por Irrrometer, Co. Inc., están garantizados contra defectos de material, componentes o montaje por un período de un año a partir de la fecha del albarán de entrega emitido por Copersa.

Los componentes defectuosos serán reemplazados libres de cargo si se devuelven, correctamente embalados y a portes pagados (recomendamos el servicio de correo certificado urgente) a:

Copersa

P.I. Vallmorena, Eduard Calvet i Pintó, 20
08339 - VILASSAR DE DALT
(Barcelona - Spain)

Esta garantía no cubre los daños consecuentes de un mal uso, rotura en transporte, heladas, vandalismo ni de cualquier otro tipo que no sea imputable a un defecto de origen.

Copersa pone a la disposición de sus clientes un servicio de reparación, reacondicionamiento y actualización de los tensiómetros Irrrometer® de todos los modelos o, a elección del cliente pueden adquirirse recambios para todos los modelos. Salvo acuerdo específico, todas las reparaciones y recambios se facilitarán por correo urgente bajo el servicio de contra-reembolso.

Con la garantía y seriedad de:

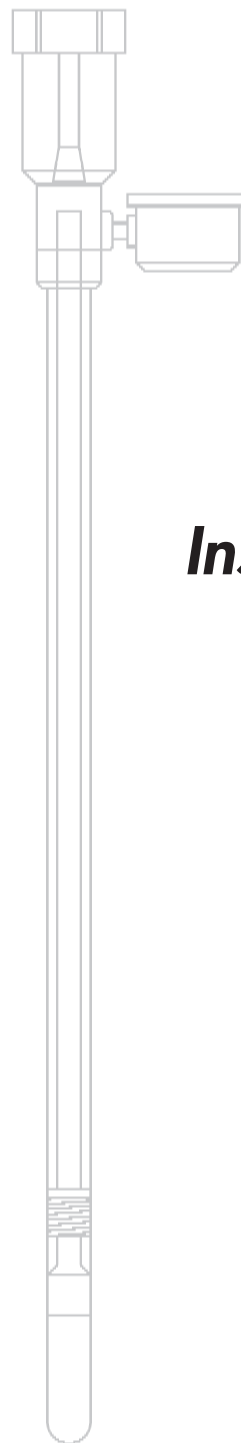


e-mail: comercial@copersa.com
Tel: +34 937 592 500 Fax: +34 937 595 008
Vilassar de Dalt (Barcelona - Spain)
www.copersa.com

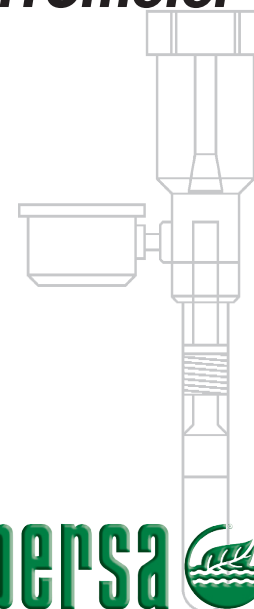
Distribuido por:

INSIRROMETER260912

IRRROMETER



Instrucciones para el servicio y la utilización del tensiómetro Irrrometer®



Copersa 

Contenido	Página
General	3
Comprobación del envío	3
Preparación de los tensiómetros Irrrometer® para su instalación	4
Elección del lugar adecuado para la instalación	5
Riego por surcos	6
Riego por bancales	7
Riego por aspersión	7
Riego por goteo	8
Instalación	8
Gráficos Irrrometer®	10
Toma de datos	10
Servicio de mantenimiento	11
Bomba manual de vacío	12
Protección de los tensiómetros Irrrometer®	13
Comienzo de los riegos	14
Precisión de los tensiómetros Irrrometer®	15
Interpretación de las lecturas de los tensiómetros Irrrometer®	15
Riego con tensiómetros Irrrometer®	16
Finalización del riego	17
Suelos encharcados	17
El ahorro de agua y energía	17
Almacenaje de los tensiómetros Irrrometer®	19
Almacenaje temporal - húmedo	19
Almacenaje permanente - seco	20
Cuidado de las puntas cerámicas	21
Cuidado de los vacuómetros	21
Preguntas más frecuentes	22

El movimiento de la aguja es irregular (como consecuencia de algún daño accidental). Conviene golpear el manómetro ligeramente para asentar la aguja antes de tomar lecturas.

Puede que sus instrumentos necesiten un repaso general. Si es este el caso, pueden devolvérselos para su comprobación y renovación. Sólo existen tres recambios: el tapón de caucho, el vacuómetro y la punta cerámica. Todos son fácilmente reemplazables.

P: Existen variaciones apreciables entre las lecturas de los instrumentos colocados en diferentes estaciones

R: Esto es de esperar. Casi todos los nuevos usuarios descubren sorprendentes variaciones en el contenido de humedad del suelo en distintas zonas, debido a la topografía y a los distintos tipos de suelo. Esta es la razón por la que es necesario emplear un número adecuado de instrumentos para tener un control eficaz de riego. El intentar controlar los riegos sobre la base de una información inadecuada puede ser más bien causa de confusión que de ayuda.

Preguntas más frecuentes

A continuación, relacionamos algunas de las preguntas que más frecuentemente nos formulan los usuarios de tensiómetros **Irrrometer®** que comienzan a familiarizarse con su funcionamiento.

P: Los instrumentos siempre marcan cero

R: Marcan bien, el suelo está saturado o bien debido al riego o la lluvia o, a un drenaje deficiente.

El instrumento no tiene agua o ha perdido succión debido al nivel excesivamente bajo de agua en el tubo. En este caso habrá que rellenar el tubo.

Conviene comprobar el calibrado del vacuómetro. Con la bomba manual compruebe que la aguja alcance su valor máximo (80 - 85 cb).

P: Los instrumentos no reflejan, aparentemente, la verdadera humedad del suelo

R: Ésta es la pregunta más frecuente precisamente porque la verdadera humedad del suelo no es la que habíamos imaginado. La comprobación por medios de laboratorio de la humedad del suelo a exactamente la misma profundidad de la punta cerámica y próxima a ésta, confirmará la realidad de lo que afirmamos. Repase las secciones de este librito que trata de las puntas cerámicas y vacuómetros (página 21).

P: Los instrumentos han de rellenarse con mucha frecuencia

R: Normalmente esto es consecuencia de una prolongada falta de humedad en el suelo, o sea, riegos poco frecuentes.

Ocasionalmente puede ser debido a fallos técnicos como: instalación incorrecta, el suelo no se halla en contacto directo con la punta cerámica; pérdida de cierre en el tapón de caucho -reemplazarlo en caso de necesidad; roturas o pérdidas en la unión del vacuómetro con el cuerpo del instrumento.

P: Los instrumentos sólo responden lentamente a los cambios de humedad especialmente después de un riego

R: Generalmente es debido a que la velocidad de infiltración del agua en el suelo es menor de la que imaginamos. Es esto especialmente cierto en suelos consistentes y relativamente secos. (Ver capítulo "Riego con tensiómetros **Irrrometer®**").

*Asegúrese que el instrumento esté completamente libre de aire y el depósito lleno de la solución **Irrrometer®** (ver capítulo "Servicio de mantenimiento").*

Las puntas cerámicas están parcialmente cegadas por sales (ver sección "Puntas cerámicas").

General

Con la compra del tensiómetro **Irrrometer®**, usted ha hecho una inversión de la que obtendrá unos beneficios muy superiores a su costo. El objetivo de estas instrucciones es el de proporcionarle la información necesaria que le asegure el máximo beneficio de su inversión.

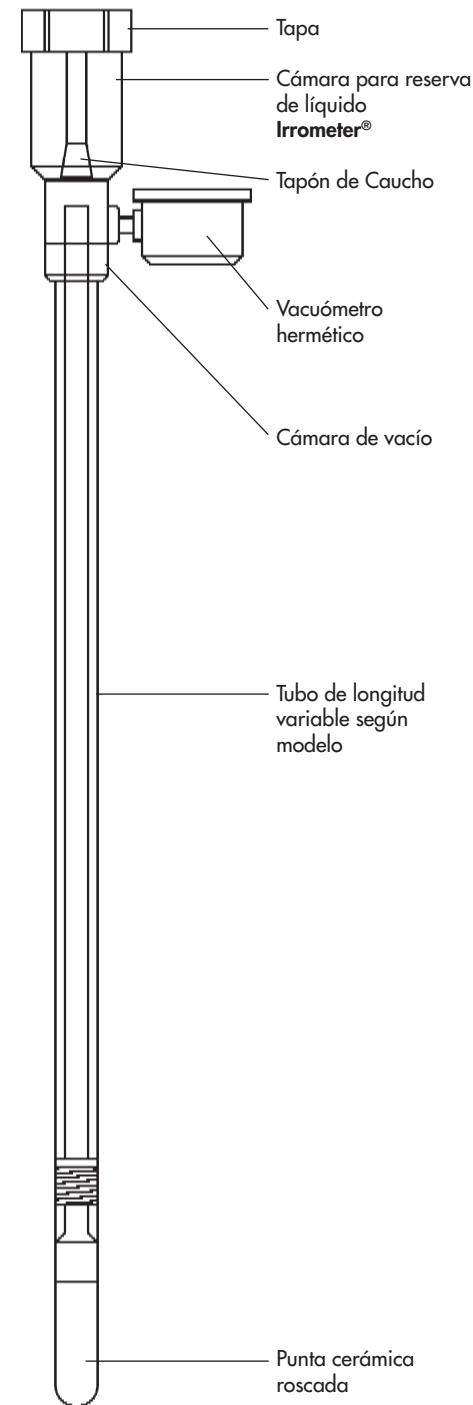
Los tensiómetros **Irrrometer®** se fabrican con materiales de la mejor calidad, por un personal altamente especializado. Nos permitimos recomendarle, que tanto si usa este instrumento para trabajos de investigación, como si lo emplea para trabajos prácticos en su finca, se ajuste a las normas que incluimos a continuación, ya que esto le asegurará un funcionamiento sin problemas, obteniendo el mejor y más adecuado servicio de estos instrumentos.

Si le surgiese alguna duda cuya respuesta no se encuentra en estas instrucciones, no dude en consultarnos y gustosamente se la resolveremos.

Comprobación del envío

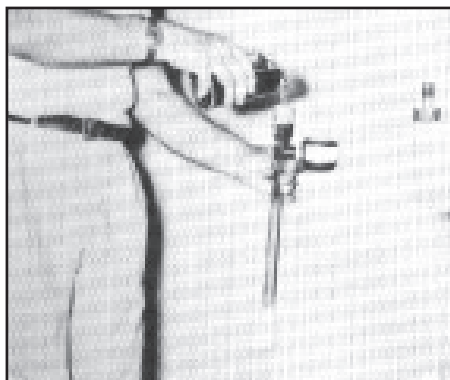
Los envíos deberán desempaquetarse cuidadosamente tan pronto se reciban para comprobar su buen estado.

Los instrumentos se envían vacíos, debiendo proceder a su preparación como a continuación se indica.



Preparación de los tensiómetros **Irrrometer®** para su instalación

- 1) Sin quitar la cubierta de plástico de la punta cerámica enrosque ésta en el tubo del tensiómetro **Irrrometer®**. Asegúrese de que la junta tórica está correctamente asentada.
- 2) Llene el depósito del tensiómetro **Irrrometer®** de agua limpia y quite la cubierta de plástico de la punta cerámica. **La punta cerámica no debe tocarse con los dedos.** Sin colocar la tapa roscada, deje el instrumento en un cubo de plástico con agua limpia, durante una noche. El agua contenida en el instrumento irá saliendo por gravedad por la punta cerámica que quedará así totalmente empapada. A la hora de transportar el instrumento al campo, asegúrese de proteger la punta cerámica de la sequedad del aire, colocándole nuevamente la cubierta de plástico, o transportándolo en un cubo de plástico con arena saturada.
- 3) Prepare la solución **Irrrometer®** siguiendo las instrucciones que se indican en la etiqueta del frasco. (Una medida, sin rebosar, del mismo tapón del frasco de líquido concentrado, en cuatro litros de agua destilada).
- 4) Lleve el equipo al campo y prepare el agujero para la colocación del tensiómetro **Irrrometer®**, utilizando para ello, un tubo de hierro de 1/2" de diámetro nominal. (Ver página 8, "Instalación").
- 5) Quite la tapa roscada y rellene el aparato con la solución **Irrrometer®** o agua destilada.



A continuación, coloque la ventosa de la bomba de aspiración sobre el depósito y bombee hasta que la aguja del vacuómetro marque una lectura de 80-85 (normalmente bastará con 5 ó 6 golpes rápidos de bomba. (Ver página 12, "Bomba manual de vacío").

Dé unos golpecitos al vacuómetro, para que salga el aire, girándolo lentamente de lado a lado. Desconecte la bomba con cuidado para evitar dañar el vacuómetro. Repita la operación anterior para asegurar la salida de todo el aire del vacuómetro; normalmente de 10 a 15 segundos serán suficientes. Vuelva a colocar la tapa roscada, apretando hasta que el tapón de caucho haya tocado el asiento; entonces gire la tapa 1/4 de vuelta.

No apriete excesivamente, porque podría dañar el vacuómetro o el tapón.

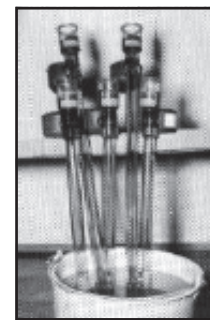
- 6) Quite la cubierta de plástico de la punta cerámica del instrumento, e instale el tensiómetro **Irrrometer®** en el agujero previamente preparado. (Ver página 8, "Instalación").

Cuidado de las puntas cerámicas

Si se siguen las anteriores indicaciones, las puntas cerámicas funcionarán sin problemas durante años. Si se depositan sales en el exterior de la superficie de las puntas, se retrasará la velocidad de respuesta a los cambios de humedad en el suelo.

Para comprobar el estado de la punta, se preparará el instrumento para su instalación y a continuación se secará la punta con un pañuelo de papel, "kleenex", papel de cocina o material seco y absorbente similar. Se observará como inmediatamente reaccionará la aguja y cuando alcance una lectura de unos 50 cb se sumergirá la punta en agua limpia hasta que la aguja vuelva a marcar 0 cb. Toda esta operación ha de poder efectuarse en pocos minutos.

Otra comprobación es la de rellenar el instrumento hasta arriba con agua limpia y con la tapa desenroscada. Si en un período de 24 horas, el nivel de agua en el instrumento desciende al menos tres cms la punta puede considerarse en buenas condiciones.



Recuerde que las grasas y el óxido tapan los poros finos de la punta por lo que es de vital importancia no tocarla con las manos y no permitir que entre en contacto con agua sucia.

Cuidado de los vacuómetros

El vacuómetro del tensiómetro **Irrrometer®** dará muchos años de servicio sin problemas si recibe un trato razonablemente cuidadoso. El vacuómetro viene sellado de origen contra la suciedad y la humedad. Tanto la tapa del instrumento como la bomba manual de vacío han sido diseñadas para minimizar el riesgo de provocar daños al vacuómetro, pero hemos de tener presente que éste tiene un mecanismo delicado que puede dañarse gravemente a causa de golpes o caídas.

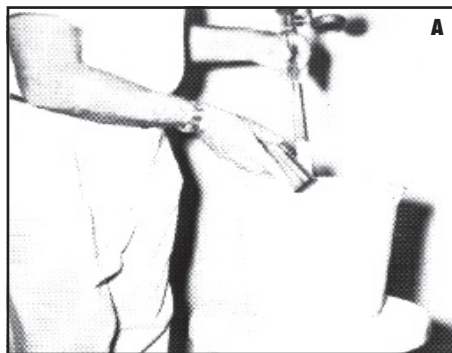
Asimismo, ha de protegerse del frío para evitar que se hiele el agua de su interior lo que dañaría irreversiblemente su mecanismo. Para comprobar si un vacuómetro se ha averiado se procederá de la forma siguiente: desenroscar la tapa con lo que la aguja debe descender a 0. Con el instrumento lleno, aplicar la bomba manual de vacío lo que debe dar una lectura del vacuómetro de 80 a 85 cb. Si el vacuómetro pasa estas pruebas, puede considerarse en buenas condiciones. Si la lectura no cae completamente a 0 ó si queda algo por debajo de 85, esto quiere decir que el vacuómetro ha quedado ligeramente descalibrado. Sobre el cristal del vacuómetro puede hacerse una corrección en más o menos con un lápiz de cera y al registrar futuras lecturas puede hacerse el ajuste apropiado.

Si por el contrario la aguja del vacuómetro quedase retenida en un punto o muy lejos del calibrado, es señal de que el vacuómetro se ha helado o se ha averiado definitivamente, sin posibilidad de reparación. No es posible reparar los vacuómetros gravemente averiados.

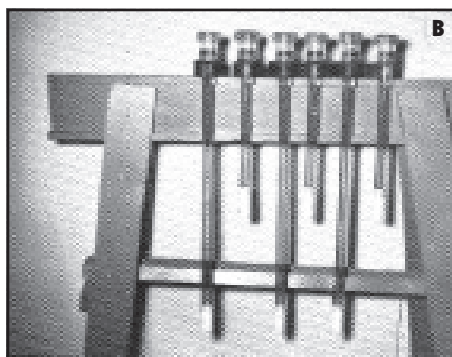
Almacenaje permanente - seco

Cuando los instrumentos deban estar fuera de uso durante varios meses, es preferible el almacenaje "seco" que se describe a continuación:

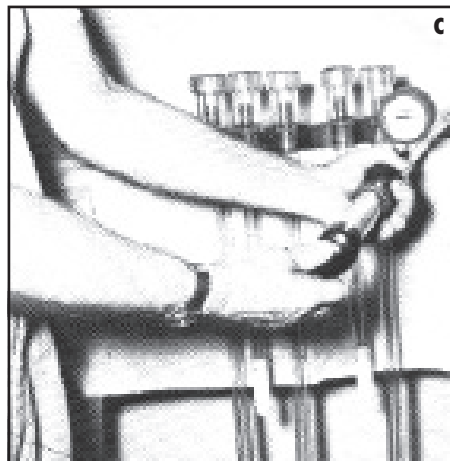
- 1) Limpiar cuidadosamente la superficie de la punta cerámica con un puñado de arena húmeda o con un cepillo de cerdas duras (figura A). Lavar todas las superficies de plástico con agua jabonosa. Conviene enjuagar la punta cerámica dejando correr agua limpia por gravedad.



- 2) Volver a colocar la tapa sin apretar. Colgar los instrumentos, almacenar y guardar en un lugar limpio y seco y a temperatura ambiental (figura B).



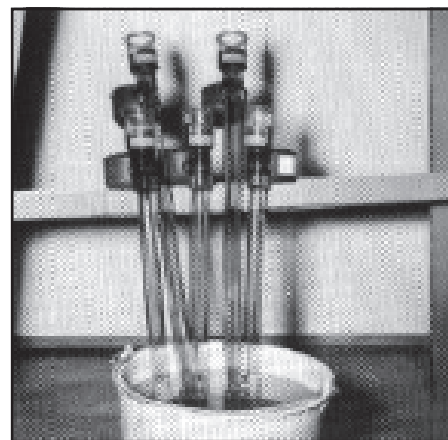
- 3) Si no se dispone de un lugar al resguardo de heladas, lavar y escurrir los instrumentos como se ha dicho antes y a continuación extraer el agua de los vacuómetros empleando la bomba manual de vacío, con el instrumento en posición horizontal y el vacuómetro hacia arriba (figura C).



- 4) Para volver a instalar los instrumentos se prepararán de la misma forma en que se haría si fuesen nuevos. Las operaciones subsiguientes serán más fáciles si se deja transcurrir alrededor de una semana con las puntas en remojo para que queden saturadas.

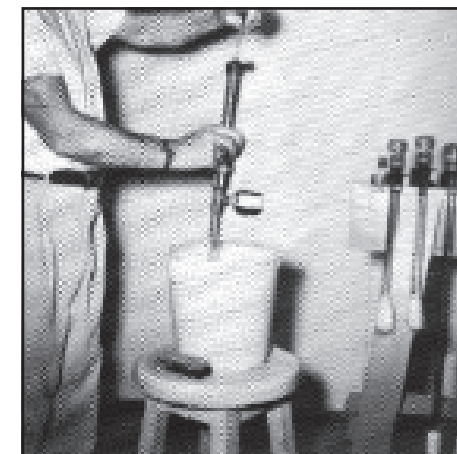


- 7) Bombee el tensiómetro **Irrrometer®**, según se indica en el grabado, durante 4 ó 5 días, hasta que dejen de aparecer burbujas de aire. Golpeando lateralmente el instrumento con la tapa, se facilita la salida del aire. Rellene el depósito y vuelva a colocar la tapa. Un instrumento sin aire, tiene mayor sensibilidad y reduce la necesidad de mantenimiento.



Si la operación de sacar el aire, fuera más conveniente efectuarla **antes** de la instalación, coloque los instrumentos en un recipiente grande de plástico,

cubiertos de agua hasta la mitad y siga los pasos indicados anteriormente. Asegúrese de proteger la punta cerámica de la sequedad del aire, a la hora de transportar los tensiómetros **Irrrometer®** al lugar de su instalación.

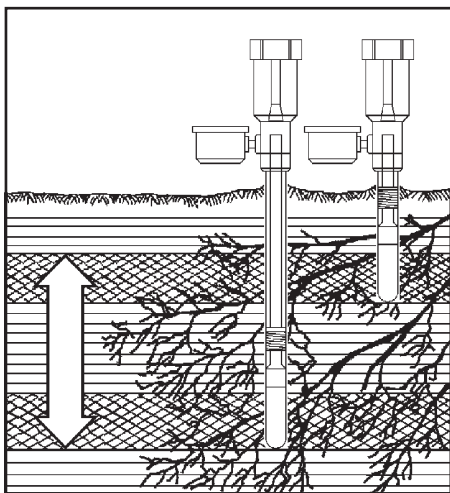


Elección del lugar adecuado para la instalación

La elección del lugar es de suma importancia, tanto para los tensiómetros **Irrrometer®**, como para cualquier otro método de medida de la humedad del suelo. Para elegir correctamente dónde hemos de colocar las distintas estaciones, comenzaremos por efectuar una clasificación de los diferentes grupos agrológicos que existen en la zona a regar y dentro de cada uno de ellos colocaremos un mayor o menor número de estaciones, según sus características particulares de extensión, topografía, capacidad de retención, etc. Si encontrásemos un terreno muy bien nivelado, con suelo y subsuelo muy uniformes y donde la distribución del agua se realiza con gran uniformidad, podremos colocar un menor número de instrumentos.

Si después de uno o dos ciclos de riego observamos por el aspecto de los cultivos que existen zonas diferentes de las demás, entonces, o bien debemos cambiar de lugar los tensiómetros **Irrrometer**® ya instalados, o bien colocar nuevas estaciones en esas áreas.

En una plantación frondosa en que las plantas o árboles sean lo suficientemente grandes como para proporcionar buena sombra al suelo, es conveniente colocar los tensiómetros **Irrrometer**® en la parte más soleada, donde la evaporación en la superficie del suelo es mayor. Siempre conviene colocar los aparatos en la zona radicular de una planta o árbol vigorosos.

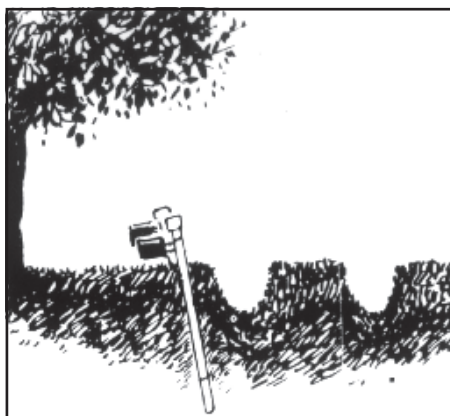


Si la profundidad de las raíces rebasa los 45 cm hemos de colocar dos tensiómetros **Irrrometer**® por estación, a diferentes profundidades, uno al 25% del total de las raíces y otro al 75% de dicha profundidad, sin embargo, no es aconsejable instalar los tensiómetros **Irrrometer**® a más de 120 cm de profundidad, aunque los cultivos tengan raíces tan profundas.

Cuando se utilicen por primera vez los tensiómetros **Irrrometer**®, es más recomendable hacer un trabajo perfecto en un área reducida, que un trabajo mediocre en una superficie mayor. Por consiguiente, en un principio colocaremos más instrumentos de los que pensamos que son necesarios y si posteriormente vemos que realmente sobran, los trasladaremos a otras parcelas. Es asimismo aconsejable dejar los tensiómetros **Irrrometer**® en estaciones permanentes, para que exista una continuidad en los gráficos estacionales, ya que de no hacerlo así perderíamos la mayor parte del valor de dichos gráficos.

Riego por surcos

En este sistema de riego, conviene colocar los tensiómetros **Irrrometer**® de tal manera que la punta cerámica quede situada en la vertical del surco más cercano a la línea de cultivo. Esto es muy importante ya que de no hacerlo así, los resultados no serían muy representativos, debido a que el desplazamiento lateral del agua en el suelo varía considerablemente de unos suelos a otros.



Almacenaje de los tensiómetros **Irrrometer**®

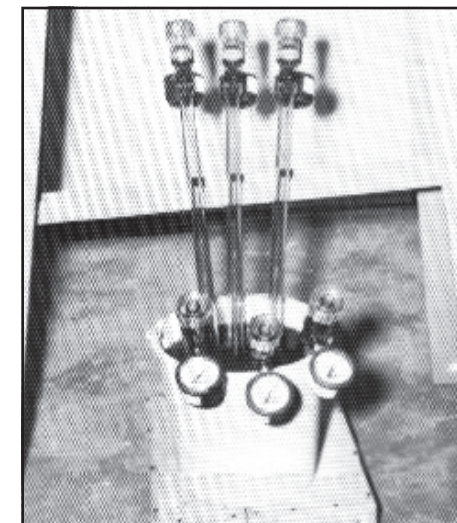
Cuando los tensiómetros **Irrrometer**® se emplean de forma continua, como en los cultivos de árboles frutales, pueden funcionar durante años sin ninguna atención, excepto el mantenimiento rutinario. Los pocos problemas de funcionamiento que se han experimentado han tenido lugar casi siempre, con instrumentos usados intermitentemente y que habían sido almacenados incorrectamente. Por consiguiente, las recomendaciones siguientes son muy importantes.

- 1) Al finalizar la temporada de cultivo, quitar inmediatamente los instrumentos del terreno. Esto evitará los depósitos de sales en la punta cerámica y el riesgo de daños permanentes por las heladas.
- 2) Al sacar del terreno un tensiómetro **Irrrometer**®, procurar que no se seque al aire su punta cerámica. Una exposición al aire de pocos minutos, en el caso de algunos suelos, causa mayor acción de "sellado" de la punta que varios años de servicio normal.
- 3) Para transportar los instrumentos es recomendable colocarlos con las tapas aflojadas, en un cubo de plástico que contenga diez o quince centímetros de arena saturada. De este modo se mantendrán las puntas en perfectas condiciones hasta tanto pueda procederse a su acondicionamiento.

Almacenaje temporal - húmedo

Si hay que almacenar los instrumentos sólo durante algunas semanas se recomienda el almacenaje "húmedo".

Llenar y tapan los instrumentos. Limpiar el exterior de las puntas cerámicas y sumergir en solución especial **Irrrometer**® en un cubo limpio de plástico.



No se almacenarán en recipientes oxidados ni grasientos. Hay que mantener el nivel en el cubo lo suficientemente alto para que las puntas queden siempre completamente sumergidas. Si se evapora algo se añadirá agua destilada. Así se mantendrá una concentración uniforme de la solución ya que los ingredientes activos en el líquido especial **Irrrometer**® no son volátiles.

Este método de almacenaje mantiene los instrumentos en estado operativo y listos para su inmediata instalación.

Cualquier exceso de agua que se aplique se desperdicia o bien por percolación profunda o por escurrimiento superficial. El mayor desperdicio se debe por lo general a la percolación profunda, ya que esta pérdida no es visible.

Muchos usuarios del tensiómetro **Irrrometer**® descubren que con anterioridad habían regado con exceso en ciertas zonas, mientras que otras, habían quedado faltas de agua. La corrección de estas situaciones -empleando el agua dónde, cuándo y en la cantidad necesaria- a menudo da como resultado un ahorro de agua sorprendente. Sin embargo no es raro descubrir que en determinadas zonas y durante determinados períodos de tiempo, existe falta de agua.

En suelos con una capacidad de infiltración pequeña, la llegada de la humedad al nivel de la punta cerámica en el instrumento profundo, puede tener lugar dos o tres días después del riego. Por consiguiente, la caída de las lecturas del vacuómetro se retrasará de igual modo. En estas condiciones, puede alcanzarse un ahorro significativo de agua si se aplica sólo la **mitad** del agua empleada con anterioridad, esperando a continuación si esta cantidad es suficiente para hacer bajar las lecturas del vacuómetro de los instrumentos profundos hasta la capacidad del campo (0 - 10 cb) en lugar de seguir regando hasta tanto el vacuómetro registre 0.

La experiencia obtenida en dos o tres ciclos de riego, indicará la cantidad de agua mínima requerida para asegurar la penetración a la zona inferior de raíces. Ya que el agua penetra en un

suelo húmedo mucho más rápidamente que en un suelo seco, se precisa menos agua para llegar a la zona inferior de raíces si el riego comienza cuando el suelo todavía retiene una humedad relativamente elevada.

Las lecturas del vacuómetro del instrumento superficial crecerán mucho más rápidamente que las del instrumento profundo, debido principalmente a que la planta extrae mayor cantidad de agua en la mitad superficial de la zona radicular (ver cuadro página 16) y también debido a la evaporación superficial. Si las lecturas del instrumento profundo indican que existe a este nivel la adecuada humedad del suelo, se ahorra agua usando solamente la suficiente para hacer descender las lecturas en los instrumentos superficiales.

Los suelos pedregosos, sueltos o arenosos son precisamente los que más necesitan un control preciso sobre la cantidad de agua a aplicar. Como se secan rápidamente en tiempo caluroso, existe una tendencia a regar en exceso con lo que se desperdicia mucha agua por filtración profunda. Llevando a un gráfico las lecturas del tensiómetro **Irrrometer**® de modo frecuente -incluso cada día si fuera preciso- puede obtener un ahorro de agua apreciable a la vez que se mantiene la humedad del suelo en mejores condiciones para el óptimo desarrollo del cultivo.

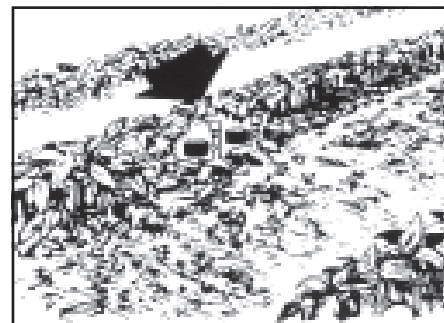
El valor del control con tensiómetros **Irrrometer**® va mucho más allá del ahorro monetario en el coste del agua. Le permite hacer más con menos ya que le ayuda a aprovechar al máximo los recursos hídricos de que dispone.

En las plantaciones de árboles, es conveniente colocar los tensiómetros **Irrrometer**® en la parte del árbol en que dé el sol por la tarde y en los cultivos en líneas, dentro de estas mismas líneas de cultivo.

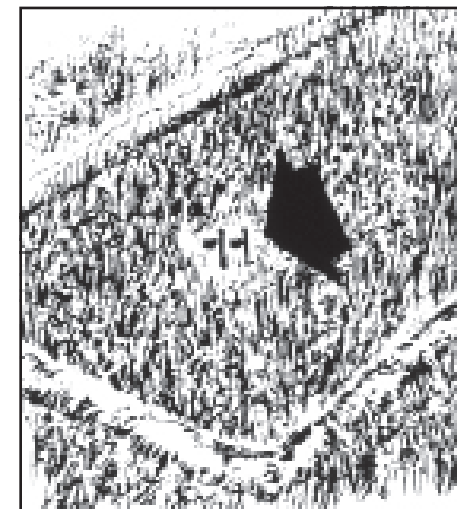
Riego por bancales

En los bancales de cultivo, conviene colocar los tensiómetros **Irrrometer**® en un punto que esté situado en los dos tercios del recorrido que sigue el agua, ya que se ha demostrado que éste es el punto más crítico para la penetración del agua en el suelo.

Como regla general, colocaremos los aparatos en la zona de goteo del árbol o bien en la fila de cultivo, según sea la plantación arbórea o herbácea, si bien, en algunos casos, se han obtenido buenos resultados colocando los tensiómetros **Irrrometer**® en el mismo borde del bancal, pero inclinados, de tal manera que su punta cerámica quede en la zona de raíces de las plantas.



Es aconsejable utilizar tensiómetros **Irrrometer**® de unos 15 cm más largos de los que se necesitarían y colocarlos más altos sobre el nivel del suelo, para que al inundarse el bancal, no quede el vacuómetro debajo del agua.



Riego por aspersión

En este sistema de riego, también hemos de seguir la regla general de colocar los aparatos en la zona de goteo del árbol, donde dé el sol por la tarde y en los cultivos herbáceos, en la misma línea de cultivo.

Hay que tener especial cuidado, para no colocar las estaciones en un lugar en que el agua no caiga con la uniformidad prevista, por obstrucción de las ramas u hojas del árbol o porque quede fuera del alcance efectivo del aspersor.



Riego por goteo

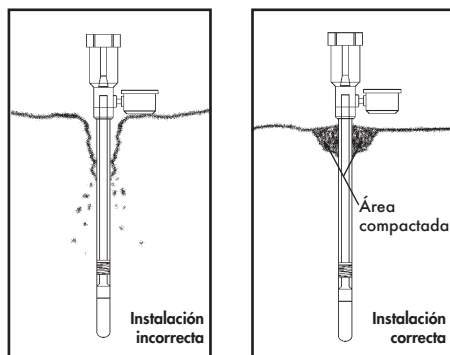
Teniendo en cuenta que el riego por goteo es un sistema basado esencialmente en el logro de un control perfecto del agua, con un ahorro considerable en su consumo, se comprende fácilmente que el empleo del tensiómetro **Irrrometer**® sea imprescindible en este sistema de riego.

En el riego por goteo, los tensiómetros **Irrrometer**® se colocan normalmente en el lado del árbol donde da el sol por la tarde y fundamentalmente en la zona de goteo del árbol. Debe prestarse especial cuidado en asegurar que el emisor de agua esté de 30 a 50 cm de distancia del tensiómetro **Irrrometer**®. En árboles de nueva plantación, los instrumentos colocados a poca profundidad deben situarse en la zona de las raíces del árbol, sin tener en cuenta el punto donde se encuentre el emisor. En cultivos en hilera, el tensiómetro **Irrrometer**® debe colocarse en la línea del cultivo.

Caso de emplearse instrumentos de referencia, pueden colocarse en puntos representativos situados a mayor distancia del emisor de agua para indicar el movimiento lateral de la humedad en el suelo, pero los instrumentos de **control** del riego han de situarse necesariamente en la zona de alcance de las raíces.

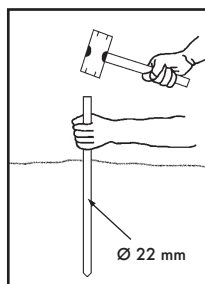
Instalación

Para obtener lecturas exactas, es imprescindible que la instalación se haga con cuidado, de tal manera que exista un contacto perfecto entre el tensiómetro **Irrrometer**® y la tierra, ya que si el orificio de colocación fuese de mayor diámetro que el aparato, penetraría aire o agua en el espacio libre, proporcionando falsas lecturas por exceso o por defecto respectivamente. Damos a continuación unas indicaciones prácticas, para evitar que ocurra lo antedicho.



En suelos muy ligeros, podemos colocar los tensiómetros **Irrrometer**® cortos, empujándolos simplemente con la mano, con lo cual obtendremos un buen contacto con el suelo y no estropearemos la estructura de éste ni la del sistema radicular de las plantas.

Sin embargo, en la mayoría de los casos, es necesario hacer primero un agujero, siendo recomendable perforarlo cuando el suelo esté algo húmedo.



No tan sólo se encuentra en condiciones de ahorrar cantidades importantes de agua y con ella energía y abonos, sino también de incrementar sensiblemente sus cosechas. No todos los cultivos responden de forma igual ante un programa de riego adaptado precisamente a sus necesidades, pero en algunos casos, notablemente el maíz (tanto grano como forraje), el tomate y los cultivos hortícolas, los resultados en términos de mayor rendimiento serán espectaculares. En otros, por ejemplo en los árboles frutales o en la viña, las consecuencias pueden ser más en la mejora de la **calidad** de la cosecha que en el producto bruto.

De cualquier modo, sus tensiómetros **Irrrometer**® le producirán beneficios.

Finalización del riego

Tan pronto como el agua de riego se introduce en la punta cerámica, descienden las lecturas del vacuómetro. Hay que detener el riego, cuando las indicaciones en los instrumentos más cortos bajan hasta valores de 0 - 15 cb y las de los instrumentos de mayor profundidad descienden a valores de 15 - 20 cb. No es conveniente continuar el riego hasta que las indicaciones alcancen el punto 0.

Las lecturas del vacuómetro deben comenzar a aumentar tan pronto como las raíces empiecen a absorber la humedad del suelo. Lecturas continuas en la zona de 0 - 20 cb indican un suelo semi-saturado y probablemente un drenaje deficiente. Deben detenerse o reducirse los riegos hasta que se corrija este estado.

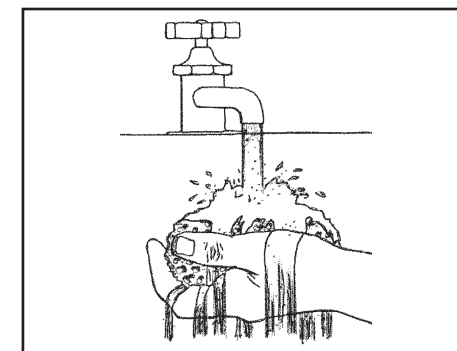
Suelos encharcados

Cuando el drenaje natural del suelo es pobre, conviene emplear tres instrumentos por estación en las zonas críticas. El tercer instrumento es el de mayor longitud y normalmente llegará por debajo de la zona radicular normal, proporcionando un control continuo de la capa freática y ayudando a evitar el exceso de riego y los suelos encharcados.

El ahorro de agua y energía

Por supuesto, no se trata de perjudicar el desarrollo de la planta en nuestro afán de ahorrar agua. Es en la eliminación de pérdidas innecesarias y en el empleo de la cantidad justa precisa que veremos el ahorro deseado.

El humedecer un suelo puede compararse a la absorción de agua por una esponja. La esponja solamente retendrá una cantidad de agua determinada y la absorberá en unos segundos. Colocándola bajo el grifo durante una hora, no se conseguirá que la esponja absorba más agua o que mantenga esta agua durante más tiempo. Evidentemente los suelos tardan más en absorber el agua, pero el mismo principio sirve.



esfuerzo que ha de realizar la raíz para extraer la humedad del suelo. Si esto parece complicado, considérense las lecturas del tensiómetro **Irrrometer**® como las de un termómetro y planifíquense los riegos de forma tal que se mantengan los estados de humedad del suelo dentro de la gama de valores de "confort" deseada.

El vacuómetro del modelo **ISR** está graduado de 0 - 100 cb y el del modelo de baja tensión **ILT** de 0 - 40 cb y la precisión de los mismos varía según la posición de la aguja en el dial.

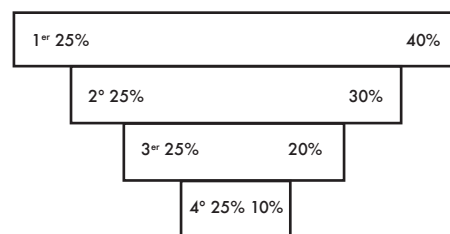
Riego con tensiómetros **Irrrometer**®

Los gráficos **Irrrometer**® facilitarán el determinar cuándo y cuánto hay que regar después de una lluvia o del riego anterior. Pueden encontrarse sorprendentes diferencias en el grado de penetración de humedad en diferentes áreas, debidas a variaciones del tipo de suelo y de la topografía. Incluso en la misma zona, las velocidades de infiltración pueden variar considerablemente dependiendo de cuán recientemente se haya cultivado el terreno y de lo húmedo que se encontraba en el momento de caer la lluvia.

El marchitamiento de la planta comienza en sus raíces. En el momento en que las hojas empiezan a indicar agotamiento, el crecimiento de la planta ya se ha detenido o cuanto menos ha disminuido. A menos que el agotamiento sea excesivo, el crecimiento de la planta volverá a comenzar después de un riego, pero se habrá perdido rendimiento y la maduración del cultivo se verá retrasada. Por ello es imprescindible iniciar los riegos **antes** de que exista evidencia visible de agotamiento.

Lo esencial es mantener humedad suficiente en la zona vital de las raíces de alimentación. Observe que alrededor de un 70% de las necesidades de humedad de las plantas procede de la mitad superior de la zona de las raíces. La humedad adecuada en la zona **inferior** ayudará a superar períodos de stress pasajeros, pero no será suficiente para asegurar el desarrollo normal y correcto de la planta.

Humedad extraída por zonas de profundidad en un sistema radicular



Instrumentos colocados a dos o más profundidades registran los estados de humedad del suelo a diferentes niveles de las raíces y proporcionan de esta forma un cuadro más exacto del perfil de humedad que el que proporcionan las muestras de suelo tomadas con una barrena.

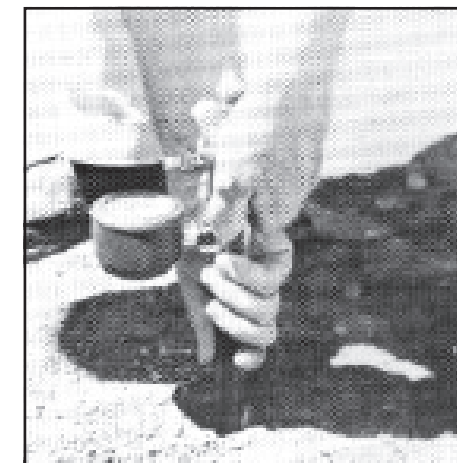
Si esta es la primera vez que utiliza tensiómetros **Irrrometer**® para controlar su programa de riegos y hasta ahora ha empleado métodos empíricos -tantos m³/Ha y por cosecha o tantos días entre riegos o similar -ha de estar preparado para introducir cambios radicales en su modo de proceder. Correctamente empleados los tensiómetros **Irrrometer**® le proporcionan una información fiable que le permite regar de acuerdo con las **necesidades** de sus cultivos.

El diámetro del tubo del tensiómetro **Irrrometer**® es de 22 mm por lo que conviene hacer el mencionado agujero con una barra puntiaguda de estas dimensiones, la cual introduciremos a la profundidad exacta para que no quede hueco alguno después de efectuada la instalación, donde por acumulación de agua o aire, se puedan falsear las lecturas. Una vez introducido el aparato en el agujero hasta el fondo, debemos compactar la tierra a su alrededor hasta una profundidad de unos 10 cm, para asegurar el buen contacto necesario entre tierra e instrumento y evitar que el agua de riego o lluvia pueda acumularse en este punto.

Para la colocación hemos de tener en cuenta que debemos dejar un espacio, entre la parte inferior del vacuómetro y el suelo, de unos 2 ó 3 cm como mínimo y de unos 15 cm en el caso concreto del riego por bancales. En el caso de que fuera precisa su colocación en ángulo (nunca menor de 45°) es importante orientar el vacuómetro hacia abajo para permitir la salida del aire.

El manejo del aparato al colocarlo o al quitarlo del suelo, debe hacerse con cuidado, pues, si bien es un instrumento de construcción robusta, no deja de tener partes delicadas como es la toma del vacuómetro, sobre la cual no se debe ejercer fuerza o presión alguna. Por esto, al introducir los instrumentos en sus agujeros, conviene empujar sobre la parte superior de los mismos, sin provocar esfuerzos laterales, y al quitarlos de su emplazamiento, debemos, en primer lugar, girarlos un poco para que pierdan su adherencia al suelo y luego agarrando por el tubo, tirar lo

más recto posible hacia arriba, hasta que salgan. No conviene darles movimiento de vaivén para su desprendimiento del suelo ya que esto puede provocar rotura de la punta cerámica.



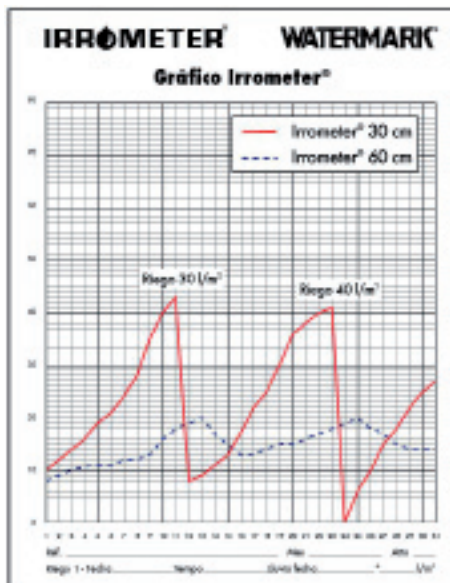
Una vez colocados los aparatos en su sitio, hay que rellenar su depósito con la solución especial y sacar todo el aire que pueda haberse acumulado. (Ver página 11, "**Servicio de mantenimiento**").

La instalación de los tensiómetros **Irrrometer**® necesariamente perturba hasta cierto punto, las estructuras del suelo y el sistema radicular. A pesar de ello, en la mayoría de los suelos, los tensiómetros **Irrrometer**® dan una medida del contenido de humedad a los pocos minutos de ser instalados. En suelos cascajosos o cuando se ha cavado un agujero para su instalación, habrá que esperar a que después de un riego o dos, se haya asentado el suelo alrededor del instrumento y entonces obtendremos lecturas correctas.

Gráficos Irrometer®

Con el uso de los tensiómetros **Irrometer®**, podemos efectuar una planificación de los riegos de una campaña al principio de la misma, basándonos en los datos y resultados obtenidos en campañas anteriores. Para ello es necesario que anotemos cuidadosamente en cada temporada de riego las diferentes lecturas que obtengamos en los instrumentos, con lo cual, y teniendo en cuenta los resultados, podremos comparar unas campañas con otras, estableciendo con dicha comparación, el mejor programa a seguir.

La finalidad de los gráficos **Irrometer®**, es precisamente la de facilitar la labor de toma de datos a lo largo de cada campaña, mediante un simple y claro diseño, que permite hacer las anotaciones directamente en el campo, sin que luego haya que hacer trabajo alguno de oficina.



Con cada equipo de servicio de los tensiómetros **Irrometer®**, se suministra un juego de impresos de gráficos. Como norma, se usa el color rojo para el aparato más somero y el azul para el más profundo. Las curvas resultantes dan una idea muy clara de las variaciones de humedad que se registran en la zona radicular a lo largo de la campaña.

Es, por consiguiente, muy recomendable utilizar estos gráficos para sacar el máximo provecho de los tensiómetros **Irrometer®**.

Toma de datos

La frecuencia con que debemos hacer las lecturas depende en cada caso de las características del suelo y del clima. En suelos arenosos y climas cálidos, debemos tomarlas al menos dos o tres veces por semana. En cambio, en suelos arcillosos y climas moderados, será suficiente una vez por semana o incluso menos en períodos de lluvia. No obstante, la práctica, después de algunos ciclos de riego, es la que nos indicará la frecuencia con que debemos realizar las mencionadas lecturas, las cuales es aconsejable hacerlas por duplicado; una inmediatamente antes de regar y otra inmediatamente después, con lo cual obtendremos el máximo y el mínimo.

En zonas donde haya una gran variación diurna de la temperatura, las lecturas se deben realizar por la mañana temprano siendo aconsejable antes de tomarlas dar unos golpecitos muy suaves en la esfera del vacuómetro para que la aguja se mueva un poquito, con lo cual sabremos si el suelo se está secando o absorbiendo humedad.

acuerdo con las exigencias del cultivo y conservar un factor de seguridad razonable para prevenir el caso de un retraso imprevisto en los riegos.

Precisión de los tensiómetros Irrometer®

Ensayos exhaustivos efectuados en todo el mundo por técnicos cualificados, han demostrado que los tensiómetros proporcionan el método más exacto de medición de la humedad del suelo, en la gama de valores en que la mayoría de las plantas se cultivan. Asimismo es la tecnología que ofrece mayor sensibilidad. En efecto los tensiómetros se emplean frecuentemente como instrumentos de referencia para controlar la exactitud de las determinaciones de humedad del suelo obtenidas por otros métodos.

Las más ligeras variaciones en la humedad disponible del suelo, como resultado del tipo de suelo o de su compactación, densidad de raíces u otros factores -variaciones demasiado pequeñas para ser fácilmente medidas por otros métodos- son automáticamente evaluadas y registradas en el vacuómetro del tensiómetro **Irrometer®**. Esta característica es muy valiosa en muchas aplicaciones de la investigación, en la que se requiere una medición precisa de la humedad del suelo.

Sin embargo, en condiciones de utilización en el campo, este grado de precisión no es ni necesario ni tampoco resulta prácticamente alcanzable. Volvemos pues a la utilización de las gráficas **Irrometer®** que nos indicarán en cada momento la **tendencia** de la humedad en el suelo - se está secando o no y en todo caso con qué rapidez. El

tensiómetro **Irrometer®** nos permite elegir el momento más propicio para **iniciar** un riego, evitando los dos extremos: el stress no deseado en la planta y la pérdida innecesaria de agua y abonos.

Interpretación de las lecturas de los tensiómetros Irrometer®

El tensiómetro **Irrometer®** mide directamente energía (indicada en el vacuómetro en centíbaras) es decir, el esfuerzo que las raíces deben realizar para extraer la humedad del suelo.

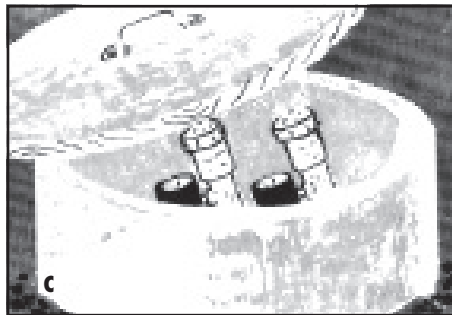
El dial del vacuómetro **Irrometer®** está graduado en centíbaras o si se prefiere centésimas de atmósfera. Por



ejemplo, una lectura de 50 cb representa aproximadamente 0,50 atmósferas o lo que es lo mismo la presión ejercida por una columna de agua de 5 m de altura. Esto es una representación directa del

Precisión vacuómetro Irrometer®				
ISR	0-100	10-25 +/- 3%	25-75 +/- 2%	75-100 +/- 3%
ILT	0-40	5-10 +/- 2%	10-30 +/- 1%	30-40 +/- 2%

Para su empleo en los pastos, los tensiómetros **Irrrometer**® deben protegerse con un tubo de hormigón e instalarse en ángulo de forma que las puntas vayan más allá de la cubierta de protección (figura C).



Siempre que se instalen tensiómetros **Irrrometer**®, se aconseja señalarlos claramente con una bandera o estaca para disminuir el peligro de daños accidentales y para localizarlos fácilmente al hacer las lecturas.

Comienzo de los riegos

Es imposible dar instrucciones específicas sobre cuándo comenzar los riegos que sean aplicables a todos los cultivos, suelos, condiciones climatológicas y métodos de riego. Con el tiempo puede conocerse el mejor momento de comenzar los riegos para un cultivo específico y para sus condiciones locales, siguiendo las orientaciones que le proporcionan los gráficos **Irrrometer**®, pero si es la primera vez que emplea los tensiómetros **Irrrometer**® facilitamos las siguientes sugerencias como punto de partida:

- En climas calurosos y secos y para la mayoría de los cultivos, los riegos comienzan a las siguientes lecturas del vacuómetro:

- 20 - 30 en suelos arenosos.
- 30 - 50 en suelos medios.
- 50 - 60 en suelos de textura fina.

- En climas fríos o húmedos puede ser recomendable retrasar los riegos hasta que las lecturas sean de 10 a 15 unidades superiores en cada caso.

En el sistema de riego por goteo, que se basa fundamentalmente en aplicar al suelo dosis de agua pequeñas y frecuentes, de modo que el agua a disposición de la planta se mantiene a un nivel constante, hemos de proceder de otra manera. La aguja del vacuómetro del tensiómetro **Irrrometer**® situado de 30 - 45 cm del emisor, deberá mantenerse a una lectura de 10 - 30 cb, lo cual indica que el nivel del agua en el suelo se encuentra muy cerca del valor de capacidad de campo. Esto asegura que el movimiento del agua en el suelo será hacia abajo, evitando tanto la saturación como la acumulación de sales en el bulbo húmedo. En ningún caso la zona de raíces de un árbol de nueva plantación ha de encontrarse saturada (lecturas en el vacuómetro de 0 - 10 cb) durante largos períodos de tiempo.

Si bien algunos cultivos exigen períodos de stress relativo durante determinadas fases de su desarrollo vegetativo, en términos generales puede decirse que se obtienen los máximos rendimientos si se inician los riegos antes de que la planta padezca falta alguna de humedad. Esto es especialmente importante en algunos de los cultivos hortícolas o industriales como el tomate.

En resumen, lo que se pretende es mantener la humedad disponible de

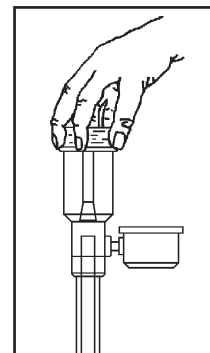
Servicio de mantenimiento

Cuando el suelo pierde humedad, el líquido del instrumento tiende a salir de éste a través de la punta cerámica, con lo cual desciende el nivel en el interior y se produce un vacío relativo en la parte superior del tensiómetro **Irrrometer**®. Por el contrario, cuando la humedad del suelo aumenta después de un riego o lluvia copiosa, este vacío atrae el agua del suelo a través de la misma punta, con lo cual se establece de nuevo el equilibrio.

No obstante, cada vez que esto ocurre, entra un poco de aire y se acumula en la parte superior del tubo provocando que la respuesta del aparato a las variaciones de humedad, sea menos rápida y que las lecturas no sean tan precisas como debieran ser.

Para evitar esta degradación de rendimiento, hemos de realizar las operaciones de mantenimiento que a continuación detallamos.

Estas operaciones consisten en eliminar el aire, dejando que ocupe su lugar parte del líquido que se encuentra en el depósito de reserva del instrumento. Para ello, desenroscaremos la tapa superior, teniendo cuidado de hacer un poco de presión hacia abajo, para que la descompresión de la cámara se realice **lentamente** y la aguja del vacuómetro no retroceda bruscamente a su tope. Tanto la tapa



roscada como el tapón de caucho, están estudiados de tal manera que esta operación se realiza con la máxima facilidad.

Una vez puestos en comunicación el depósito de reserva con el general del instrumento, pasará el líquido de aquél a éste, eliminando el aire. A continuación vuelva a cerrar la tapa, roscando hasta que el tapón de caucho entre en contacto con el asiento; entonces gire la tapa ¼ de vuelta más. No apriete excesivamente. Si el caucho llegara a endurecerse y no hiciese un cierre perfecto hay que sustituirlo.

La frecuencia con que han de realizarse estas operaciones depende del estado de humedad que se mantenga en el suelo. Si éste permanece constantemente húmedo entrará muy poco aire y la frecuencia será menor. En cambio, si el suelo llega a secarse, la cantidad de aire que entrará será mucho mayor y el mantenimiento lo tendremos que realizar más a menudo.

Las lecturas máximas que el vacuómetro puede alcanzar son del orden de 85 cb, ocurriendo que a este nivel, entra una gran cantidad de aire por lo que el rellenado del depósito de reserva debe efectuarse al menos semanalmente.

En la mayoría de los casos, se precisará de un rellenado del depósito menos frecuente y se obtendrán resultados satisfactorios haciendo la operación de mantenimiento sólo cuando se vea aire en la porción del instrumento que está por encima del terreno, cuando las lecturas del vacuómetro hayan disminuido después de regar.

En trabajos de investigación, se obtiene la máxima exactitud y sensibilidad si el mantenimiento de los instrumentos se lleva a cabo en intervalos de pocos días. También se recomienda este modo de actuar para su empleo en terrenos salinos, lo que asegura que casi todo el movimiento del fluido sea hacia fuera. De esta forma se reduce la cantidad de sales solubles que se introducen en el instrumento procedentes del suelo.

Siempre que los tensiómetros **Irrrometer**® se mantengan en posición vertical, la junta existente en el vacuómetro evita que el aire se introduzca en él, aun cuando se descuide el mantenimiento durante períodos de tiempo prolongados. Sin embargo, algo de aire puede acumularse en los poros de las puntas cerámicas o en las paredes de plástico, por lo que deberá emplearse la bomba de vacío, cada 30 a 60 días especialmente en el caso de instrumentos instalados en ángulo.

El golpear ligeramente el depósito mientras el instrumento se mantiene bajo el vacío, es útil para hacer que se desprendan las burbujas de aire.

Hay que asegurar al emplear en el campo la bomba de vacío, que exista una considerable humedad en el suelo y hacer el vacío solamente durante algunos segundos. (Si se aplica el vacío mientras el terreno está seco o estando húmedo se prolonga demasiado, se aspirará aire hacia el interior del instrumento).

El mantenimiento sistemático es imprescindible para conseguir exactitud y respuestas rápidas a los cambios de humedad disponible en el suelo.

Bomba manual de vacío

La bomba va equipada con una ventosa de aspiración que se adapta a todos los modelos de tensiómetros **Irrrometer**®.



Quitar la tapa del tensiómetro **Irrrometer**® y conectar la bomba de vacío. Cinco o seis emboladas rápidas darán una lectura del vacuómetro de 80 a 85 cb, que es el máximo obtenible. La bomba quedará adherida al instrumento sin



necesidad de sujetarla lo que deja las manos libres para golpear ligeramente el tubo principal para desprender las burbujas de aire que se vayan formando. Al romper el vacío, se procederá siempre con suavidad para evitar choques o retrocesos bruscos de la aguja del vacuómetro. Esto se logra mediante la manipulación cuidadosa de la valvulita de alivio incorporada a la ventosa.

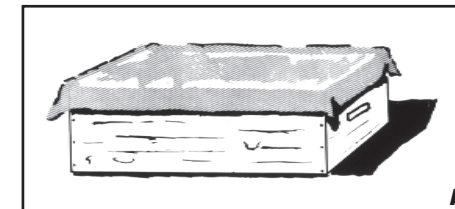
Periódicamente puede ser necesario desmontar la bomba de vacío y limpiar sus componentes en agua. Después de secarse, todos los componentes pueden lubricarse con un spray de silicona.

Protección de los tensiómetros **Irrrometer**®

Protegiendo los instrumentos se protege la inversión que ellos representan. Es conveniente tener presentes los siguientes puntos:

- 1) Evitar daños accidentales a los instrumentos como resultado de los trabajos del campo.
- 2) Facilitar la toma de lecturas manteniendo limpio el cristal del vacuómetro.
- 3) Inhibir el crecimiento de algas preservando los instrumentos de la luz solar.
- 4) Proporcionar medidas de protección contra las heladas. En zonas donde las heladas son poco severas y de corta duración los instrumentos pueden dejarse en el suelo durante todo el invierno, pero en este caso la parte superficial deberá protegerse con algún material aislante.

En plantaciones de árboles o en otras instalaciones permanentes en las que se emplea el riego a pie, se recomienda utilizar un trozo de tubo de hormigón o una caja de madera cubiertos por un saco de plástico (figura A).



Para el riego por aspersión, puede confeccionarse una cubierta flexible de plástico o caucho para proteger las partes superficiales del instrumento.

Esta cubierta también puede emplearse en cultivos en hilera en los que la falta de espacio hace impracticable el empleo de dispositivos del tipo de caja o tubo (figura B).

