

HACIA UNA ÓPTIMA GESTIÓN DEL RIEGO A NIVEL DE PARCELA: SENSORES COMERCIALES DE POTENCIAL HÍDRICO



Comunidad General
de Regantes del
Canal de Navarra

upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

Gestión integral de datos para un riego eficiente

GesRiego



Artajona 18 de mayo de 2020



Unión Europea

Fondo Europeo Agrícola
de Desarrollo Rural

Europa invierte en las zonas rurales



Gobierno
de Navarra

Apoyo para los proyectos piloto y para el desarrollo de nuevos
productos, prácticas, procesos y tecnologías (2019)

1. Introducción

- **La práctica del riego consiste básicamente en aplicar** al suelo la **cantidad de agua óptima**, en el **momento oportuno**, para que la misma pueda ser aprovechada por las plantas.



1. Introducción

- **La práctica del riego consiste** básicamente **en aplicar** al suelo la **cantidad de agua óptima**, en el **momento oportuno**, para que la misma pueda ser aprovechada por las plantas.
- Para tal fin, una de las estrategias de riego más ampliamente utilizada y crucial en la gestión de riego inteligente y de precisión es:

Uso de sensores-tensiómetros

- Mediante la aplicación de estos **sensores-tensiómetros** es posible medir de manera continua la **humedad del suelo** a nivel radicular, **pudiendo conocer** además **la disponibilidad de agua para los cultivos**.

1. Introducción

- La característica del **sistema poroso** del suelo, **determina** la **capacidad** del **suelo de absorber, infiltrar y almacenar el agua**.
- En el arte del riego no basta entonces conocer el **contenido de agua del suelo** per se, sino también la **disponibilidad de la misma para las plantas**; determinada entonces por la **capacidad de las raíces de extraer el agua del suelo** venciendo las fuerzas de retención (succión) de la misma.
- Ambos parámetros (**contenido de humedad** y **succión**) se relacionan a través de la conocida **Curva de Retención de Humedad** del suelo (CRH).
- Cada **tipo de suelo presenta una determinada CRH**.
- La **forma de la CRH** puede ser **ligeramente diferente** según se obtenga en **absorción** o **desorción** (fenómeno de histéresis).
- Hasta donde sabemos, **no se ha realizado hasta la fecha una evaluación** de la mayoría de **dispositivos de potencial hídrico** disponibles en el mercado actual.

- (i) ¿**Cuál de todos los sensores** disponibles en el mercado es el **más preciso**?
- (ii) ¿Cuál es la **mínima tasa de cambio del contenido de humedad del suelo** requerida por el sensor para una **correcta lectura**?

Gestión integral de datos para un riego eficiente

GesRiego

3.1. Sensores de potencial hídrico.

- 10 modelos de sensores de 4 familias de sensores

Tensiómetros

1



Modelo SR

2



Modelo LT

3



Teros 32

4



Tensio 153e

Sensores capacitivos

5



Tensiomark

6



Teros 21

7



Teros 21 Gen 2

8



EQ-3

9



229-L

Disipación de calor

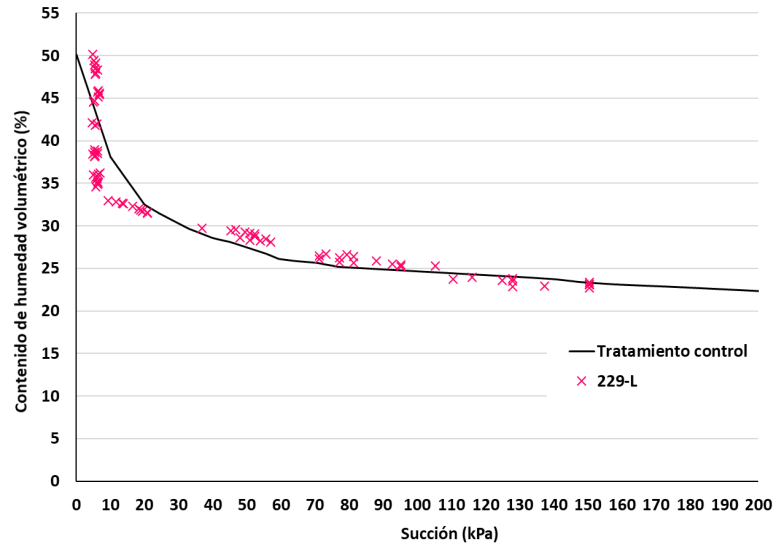
Bloques de resistencia

10

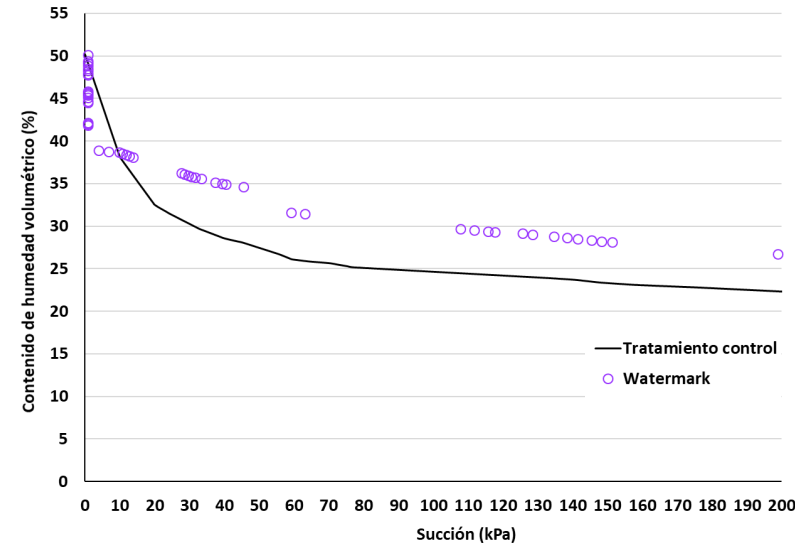


Watermark Modelo 200SS

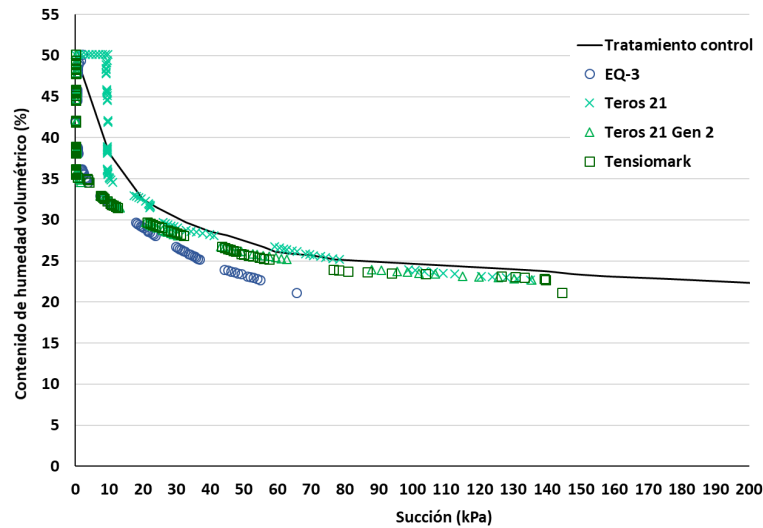
- Disipación de calor -



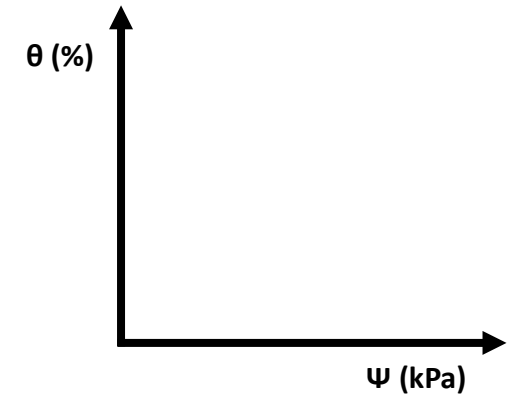
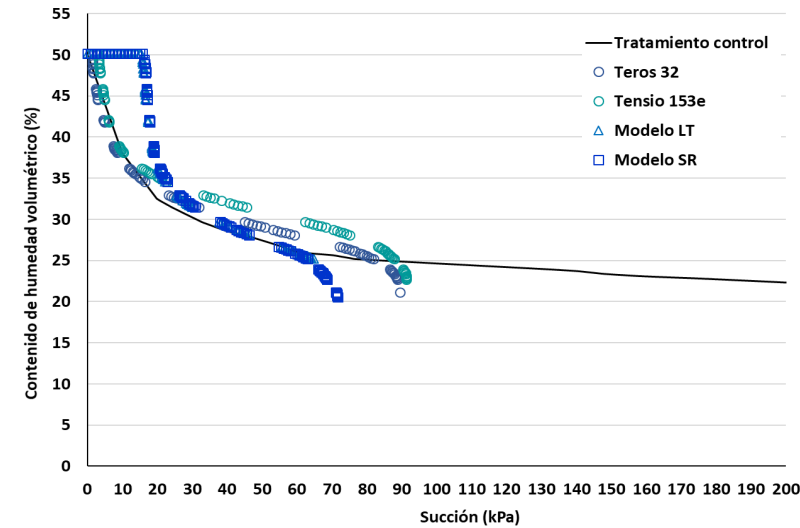
- Bloque de resistencia -



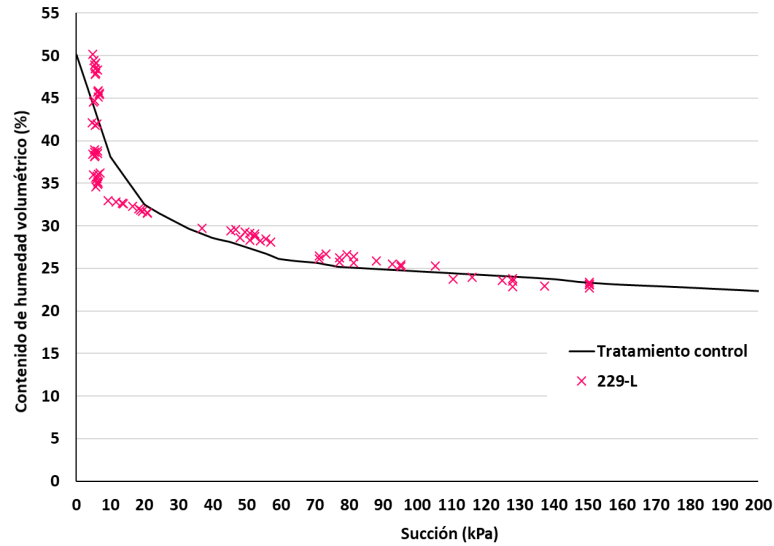
- Capacitivos-



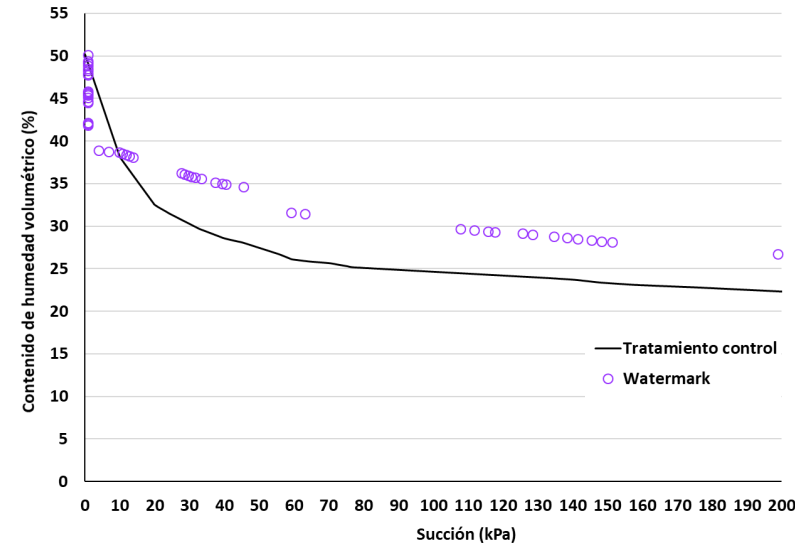
- Tensiómetros-



- Disipación de calor -



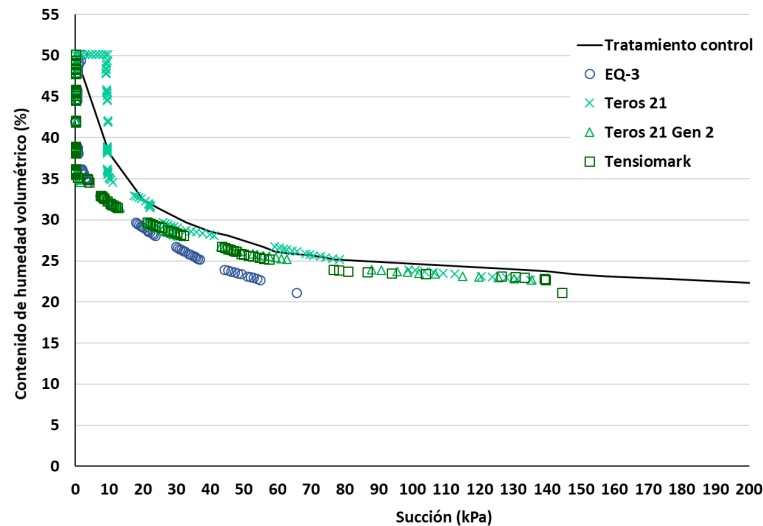
- Bloque de resistencia -



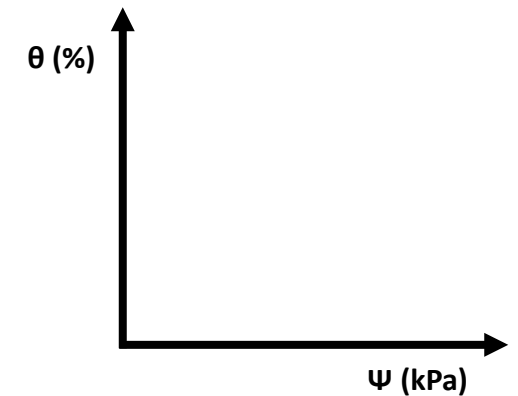
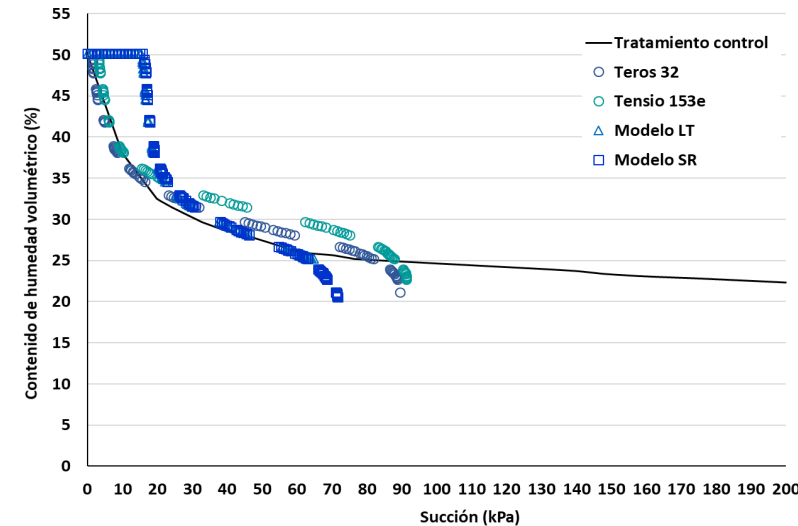
Las curvas guardan un **cierto paralelismo con la curva de referencia**, especialmente:

- Disipación de calor.
- Capacitivos.

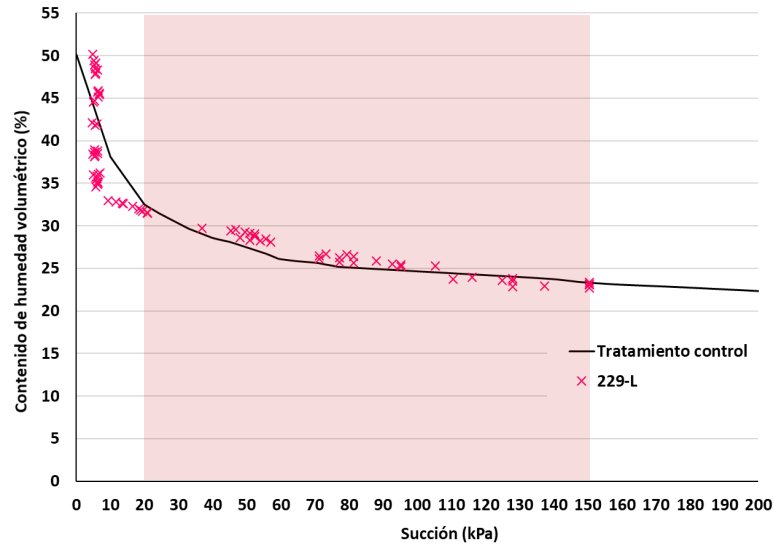
- Capacitivos-



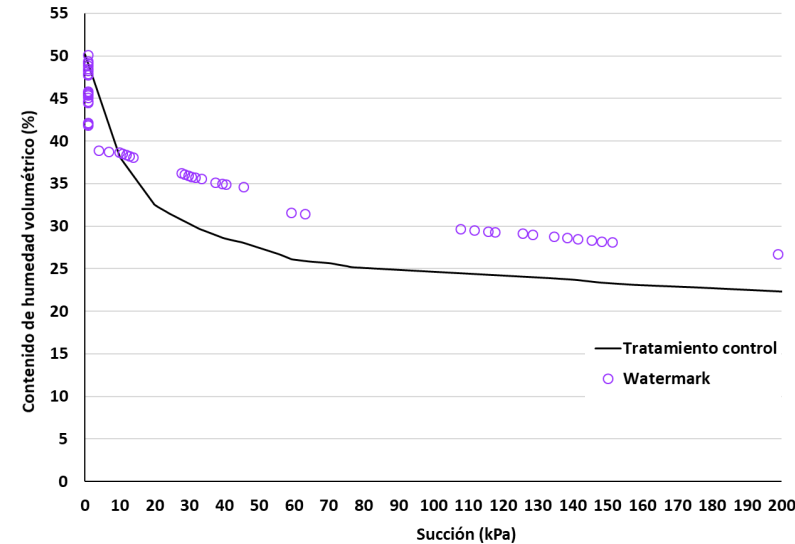
- Tensiómetros-



- Disipación de calor -



- Bloque de resistencia -

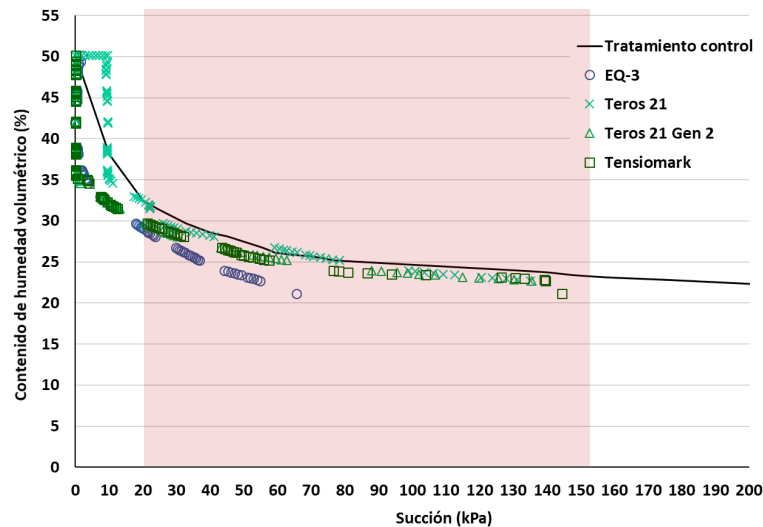


Las curvas guardan un **cierto paralelismo** con la **curva de referencia**, especialmente:

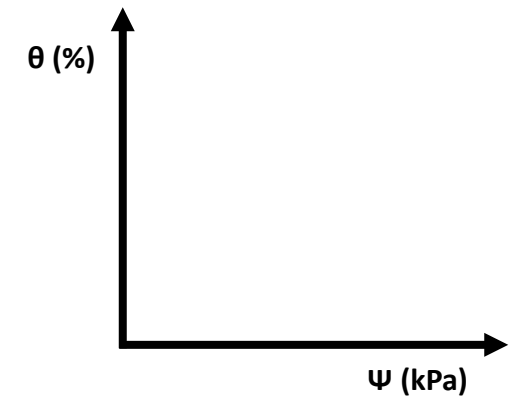
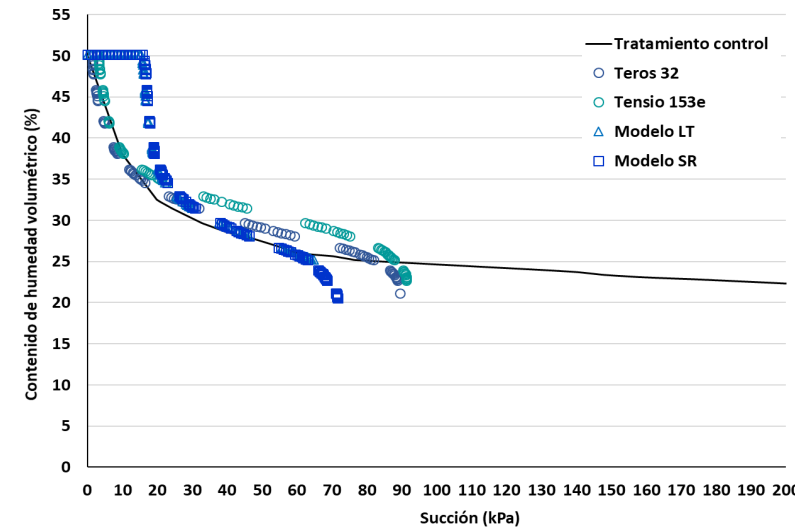
- Disipación de calor.
- Capacitivos.

De hecho, prácticamente **se superponen** con la **curva de referencia** en el rango de succiones de **20 kPa a 150 kPa**.

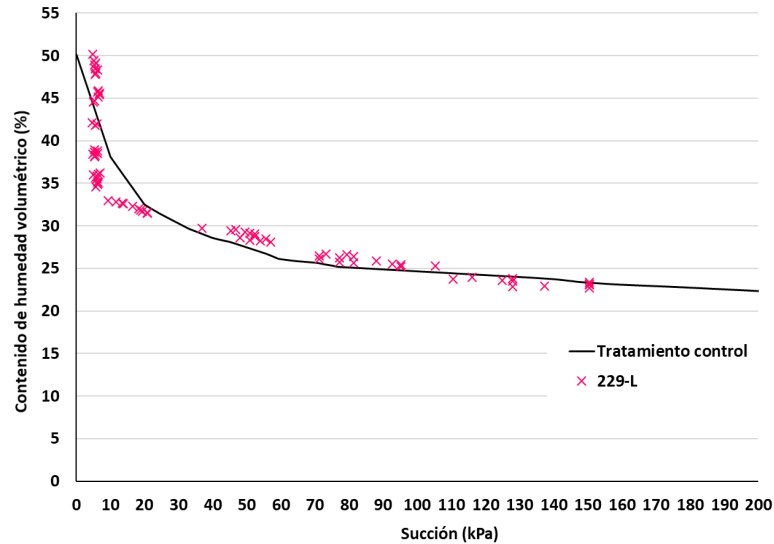
- Capacitivos-



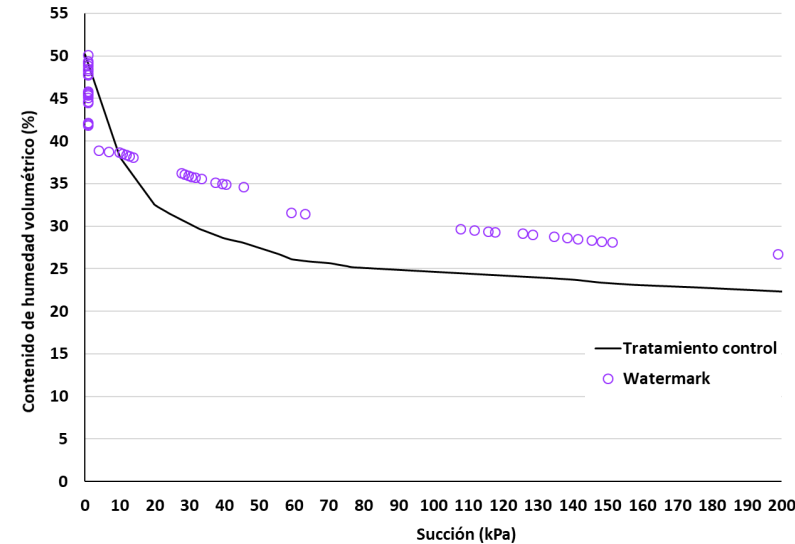
- Tensiómetros-



- Disipación de calor -

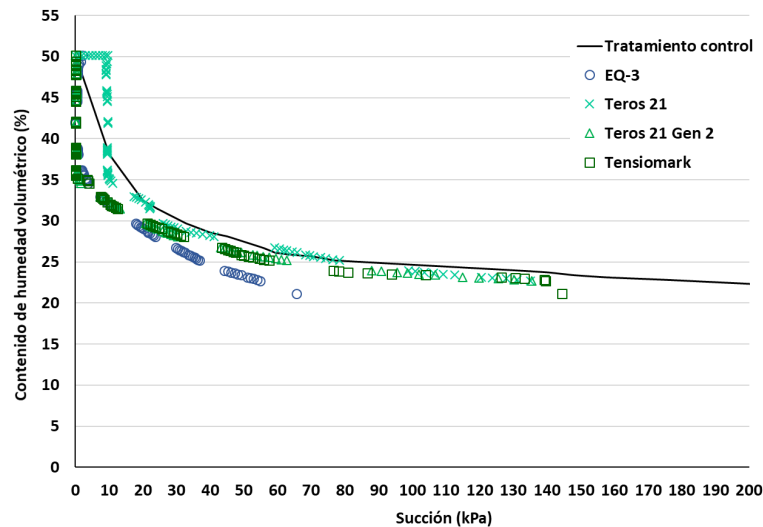


- Bloque de resistencia -

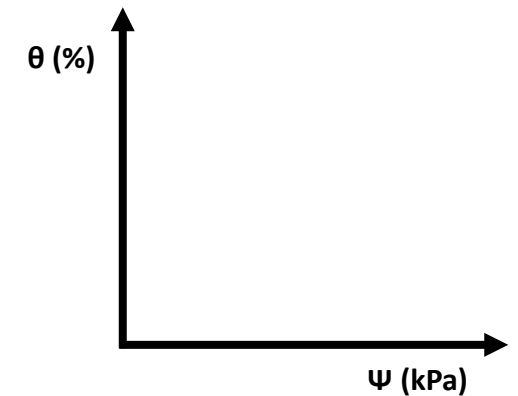
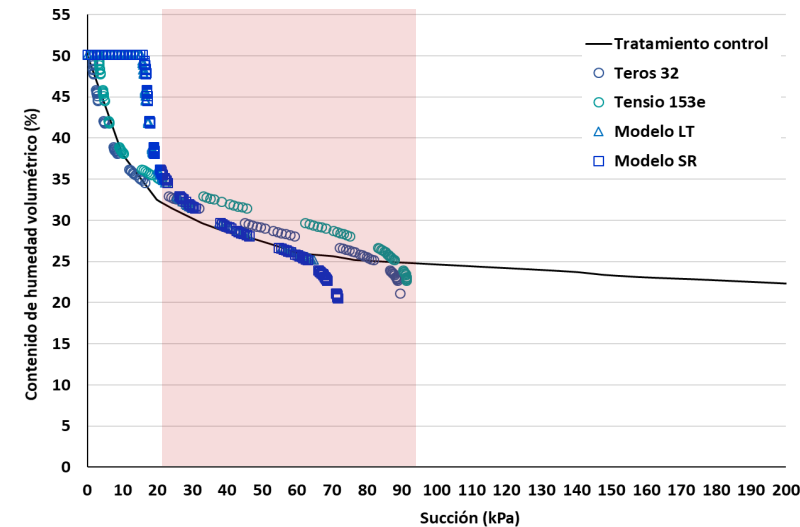


Los **tensiómetros** –especialmente los modelos LT y SR– muestran un **comportamiento similar** pero el **registro se interrumpe –por cavitación– a succiones de 70-90 kPa.**

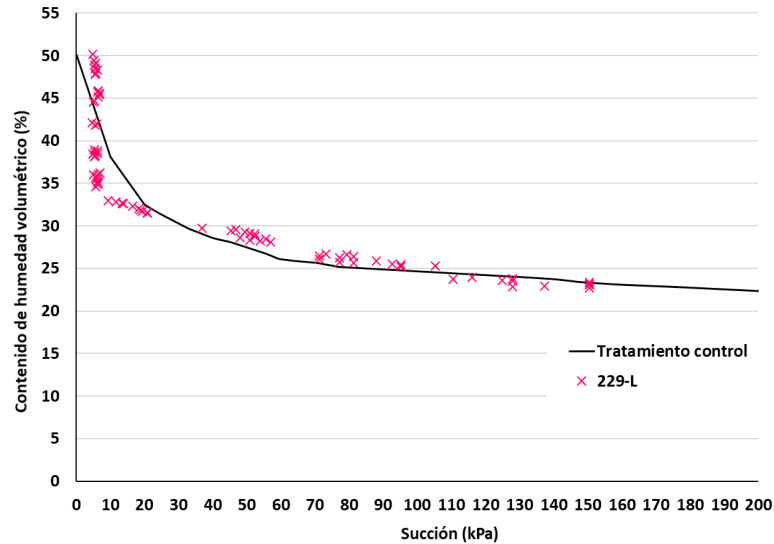
- Capacitivos-



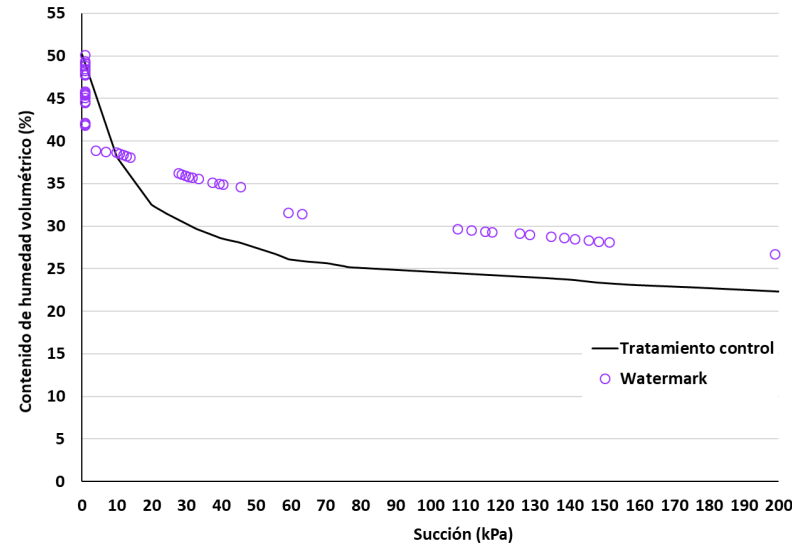
- Tensiómetros-



- Disipación de calor -



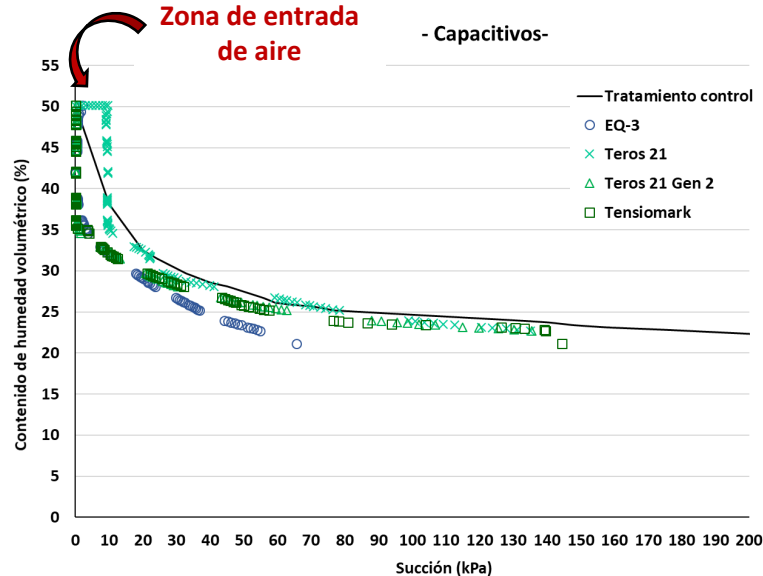
- Bloque de resistencia -



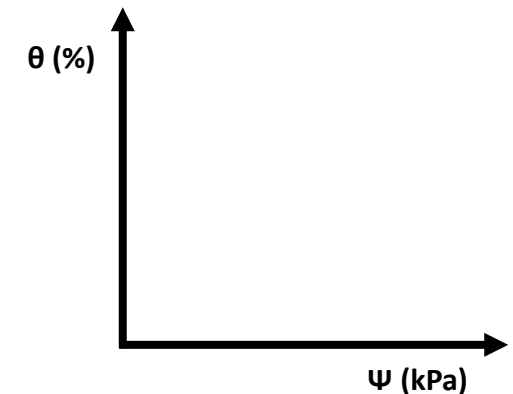
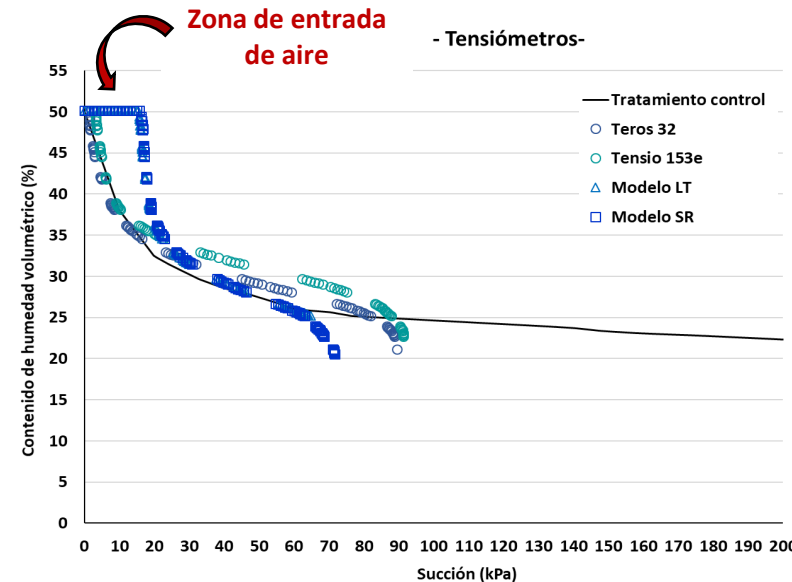
Los **tensiómetros LT** y **SR**, Así como el capacitivo **Teros 21**, a succiones inferiores a 20 kPa se observa, una marcada **zona de entrada de aire**.

- Donde el valor del **contenido de humedad se mantiene en saturación** dentro de ese rango de succión.
- Esto debido a la **presencia de poros ocluidos o no funcionales** en la matriz porosa de los respectivos sensores, a estas bajas succiones.

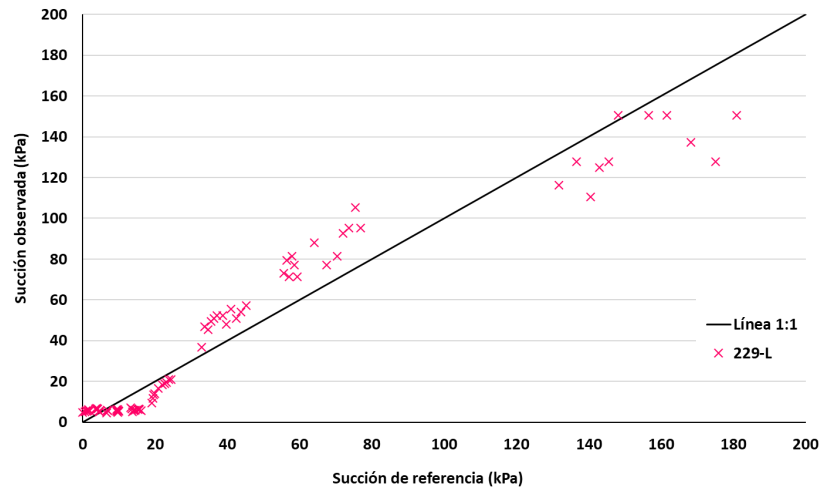
- Capacitivos-



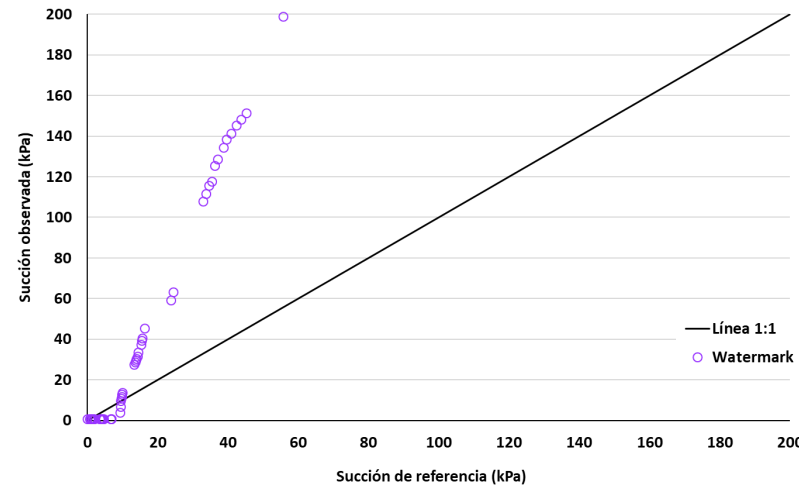
- Tensiómetros-



- Disipación de calor -

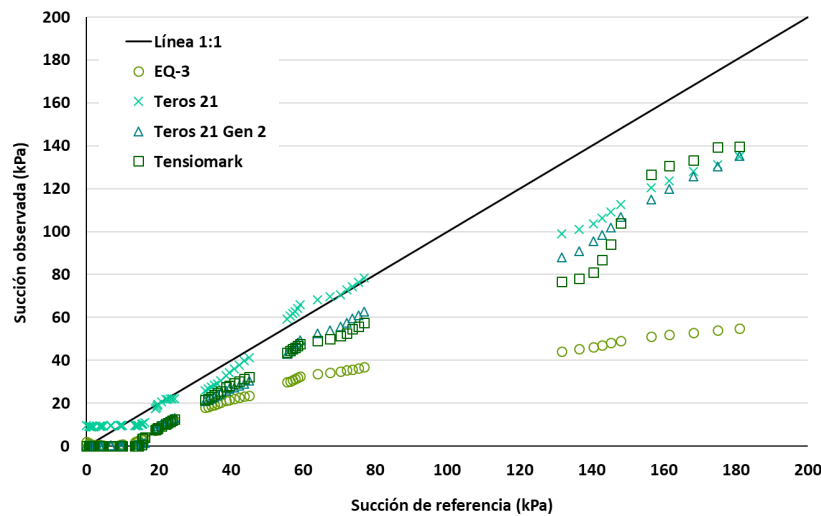


- Bloque de resistencia -

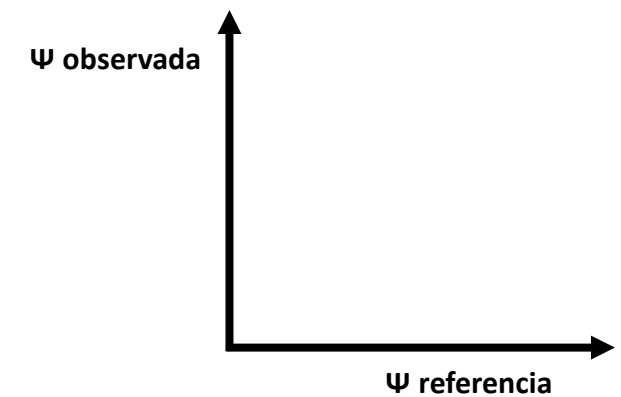
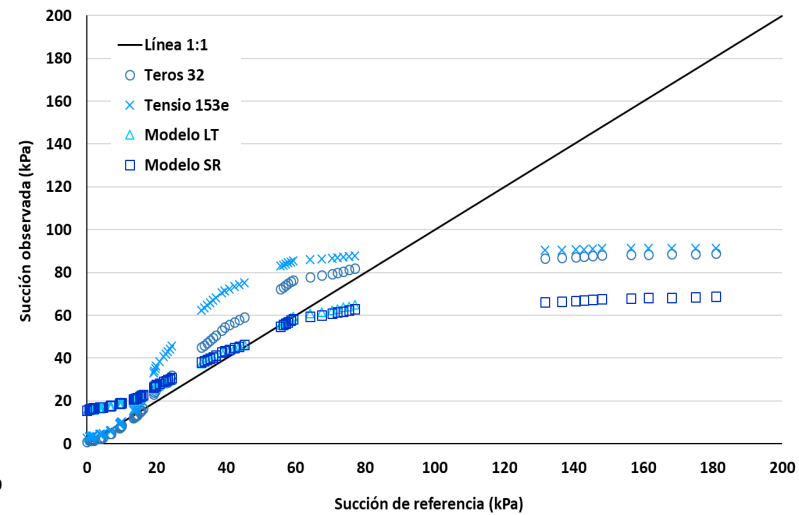


Una manera más clara de analizar el comportamiento de cada sensor es comparar el valor de **succión medido por el dispositivo** con respecto al correspondiente **valor de referencia**.

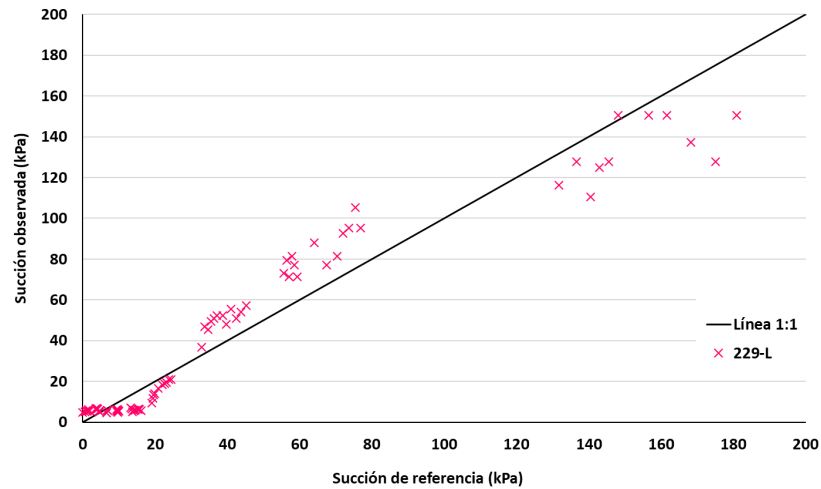
- Capacitivos -



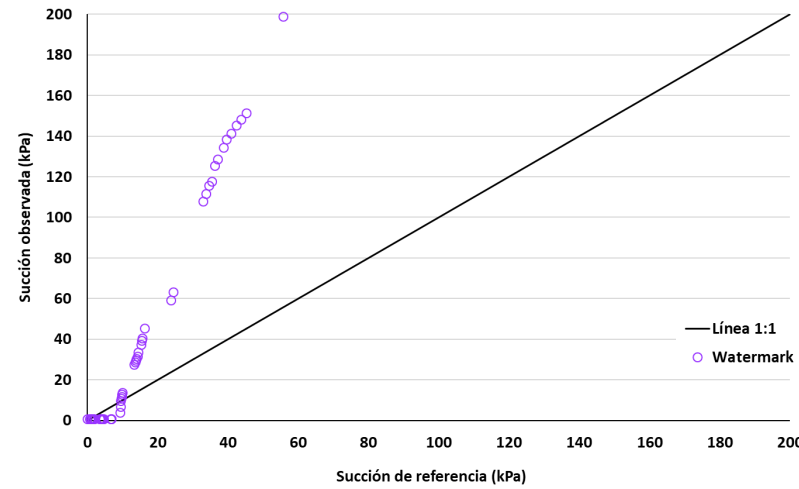
- Tensiómetros -



- Disipación de calor -

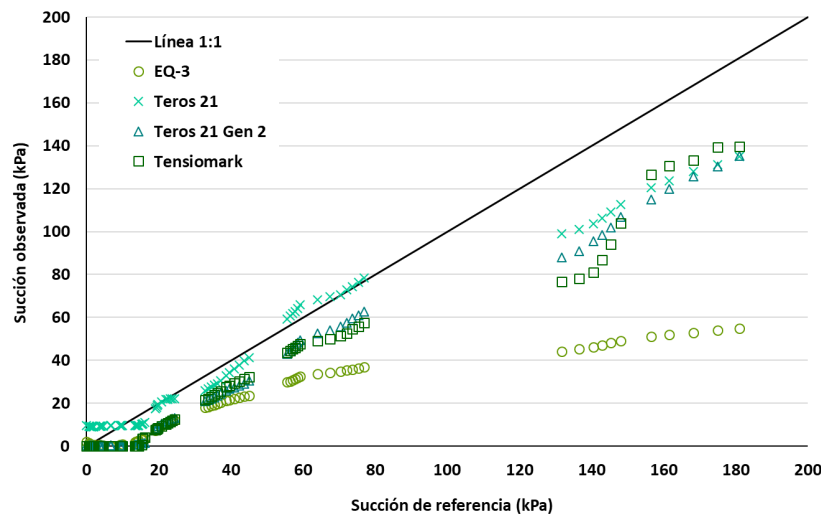


- Bloque de resistencia -

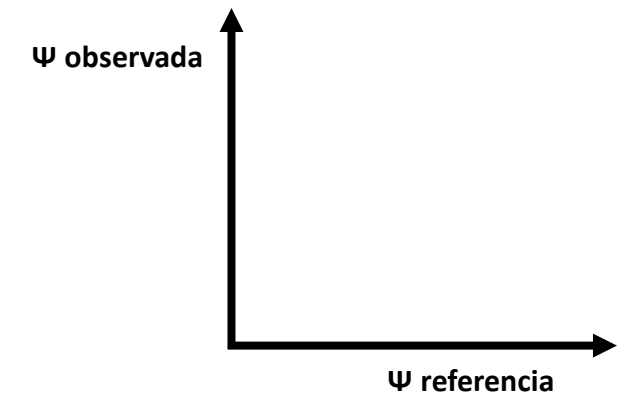
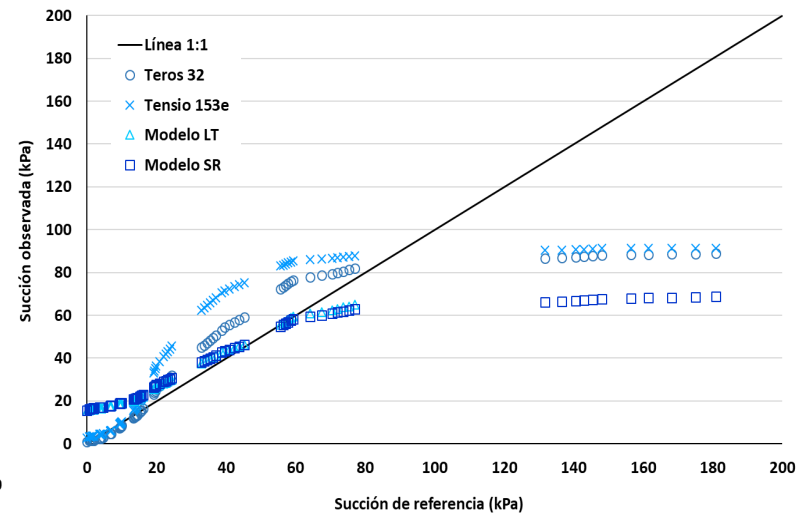


En general, la **respuesta** de las distintas familias de sensores fue **diferente según el rango de succión**.

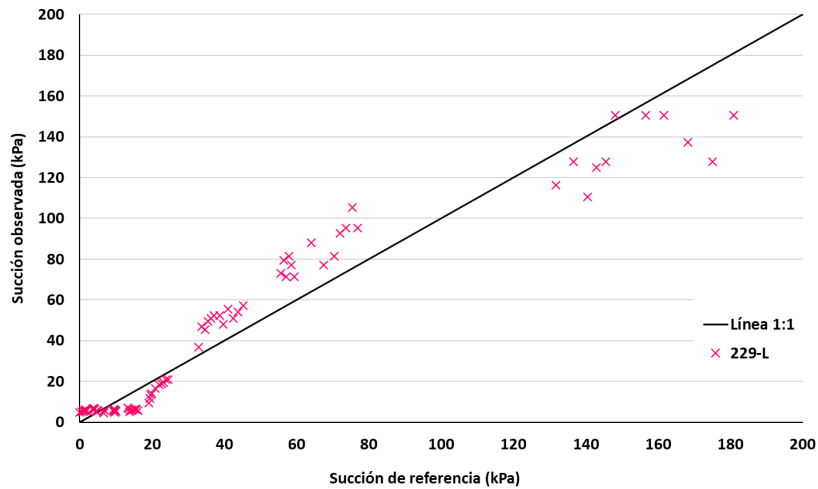
- Capacitivos -



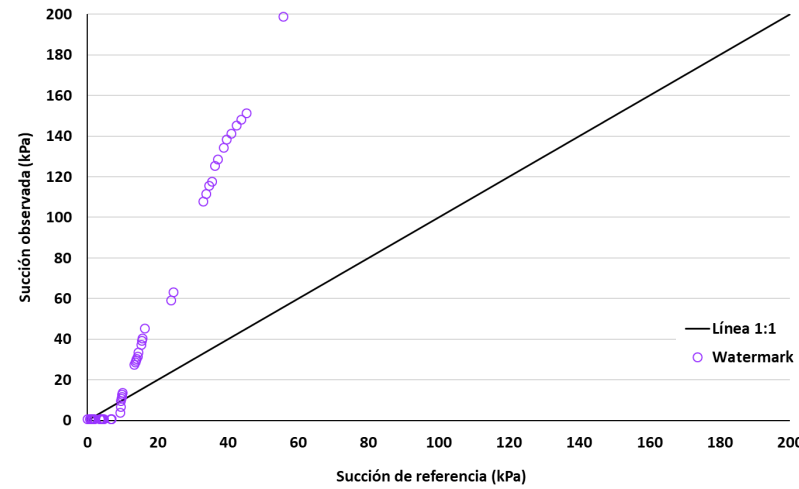
- Tensiómetros-



- Disipación de calor -

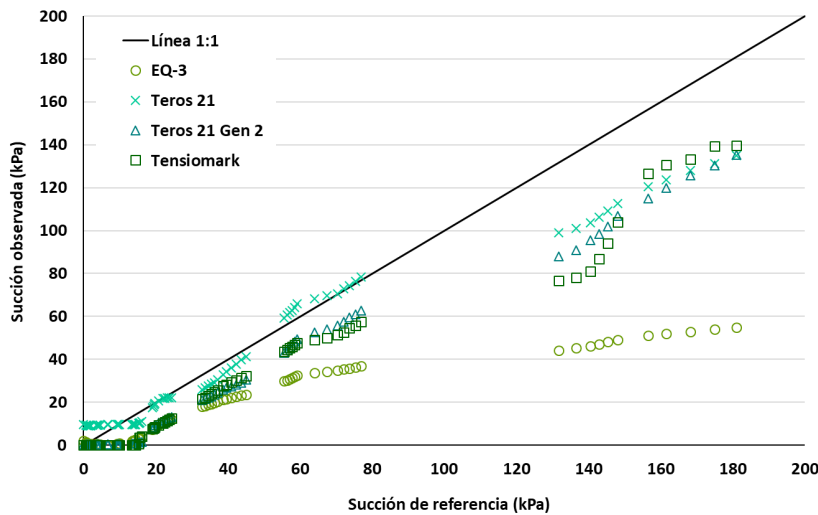


- Bloque de resistencia -

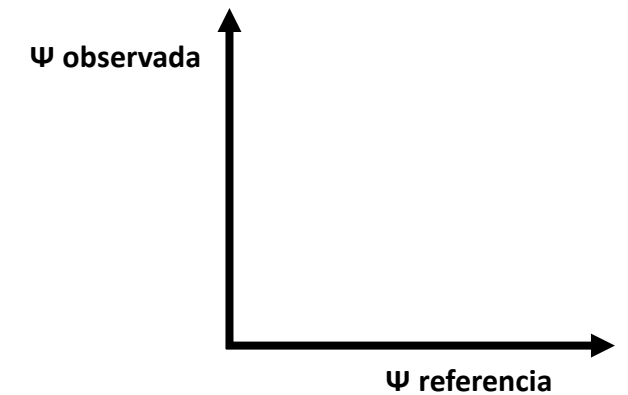
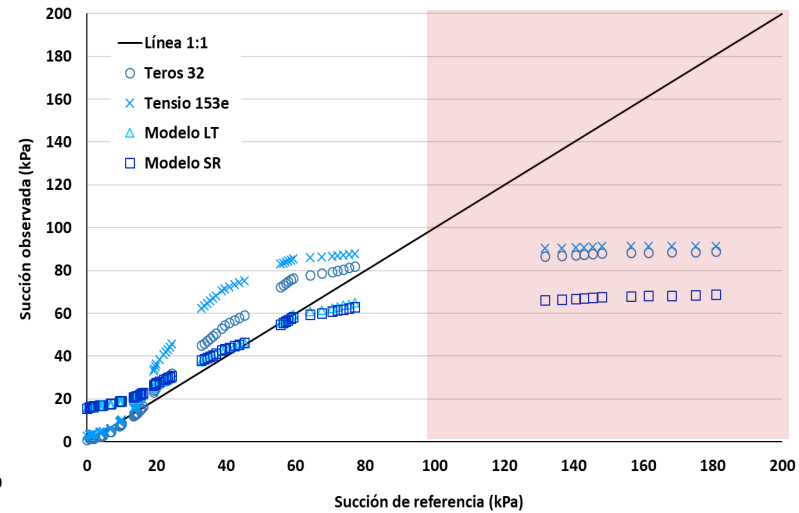


Los tensiómetros muestran poca o nula sensibilidad a succiones superiores a aproximadamente 100 kPa cuando se produce la cavitación.

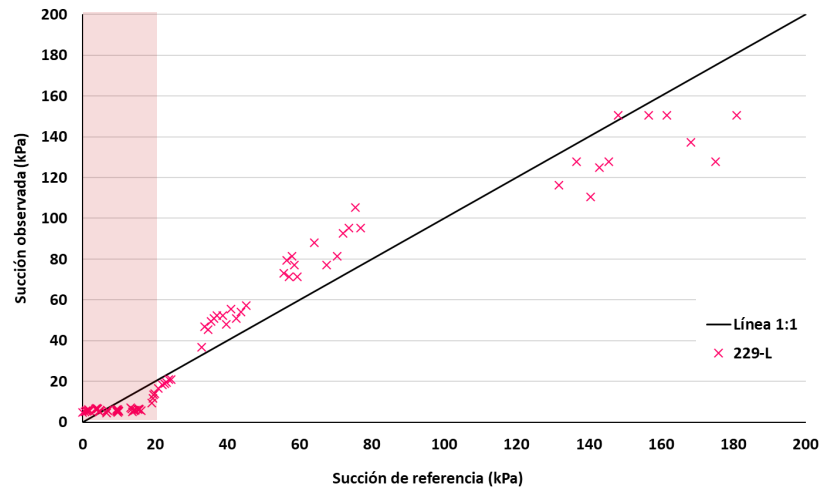
- Capacitivos -



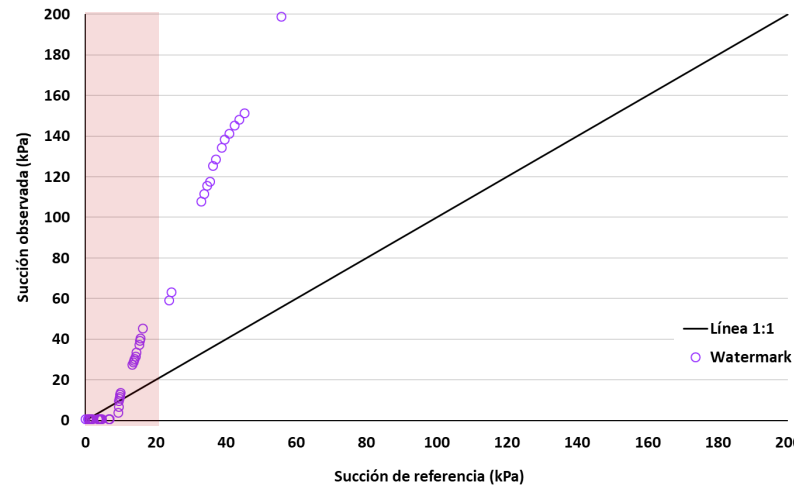
- Tensiómetros-



- Disipación de calor -



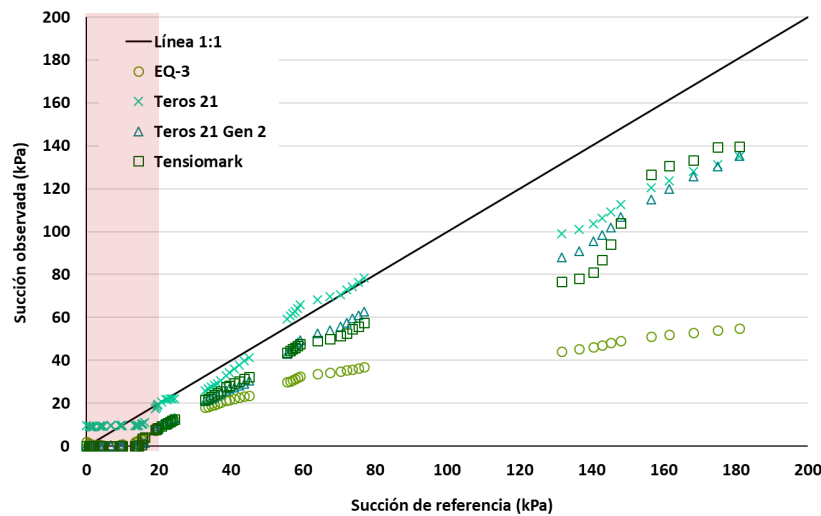
- Bloque de resistencia -



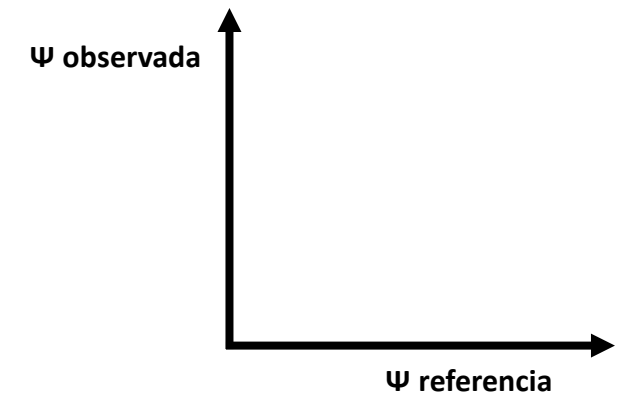
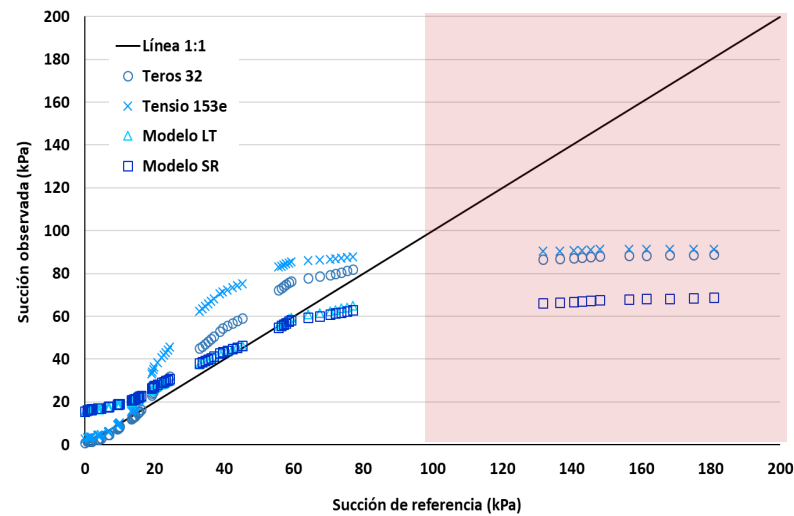
Los tensiómetros muestran poca o nula sensibilidad a succiones superiores a aproximadamente 100 kPa cuando se produce la cavitación.

Sin embargo, los restantes son insensibles en succiones inferiores a 20 kPa.

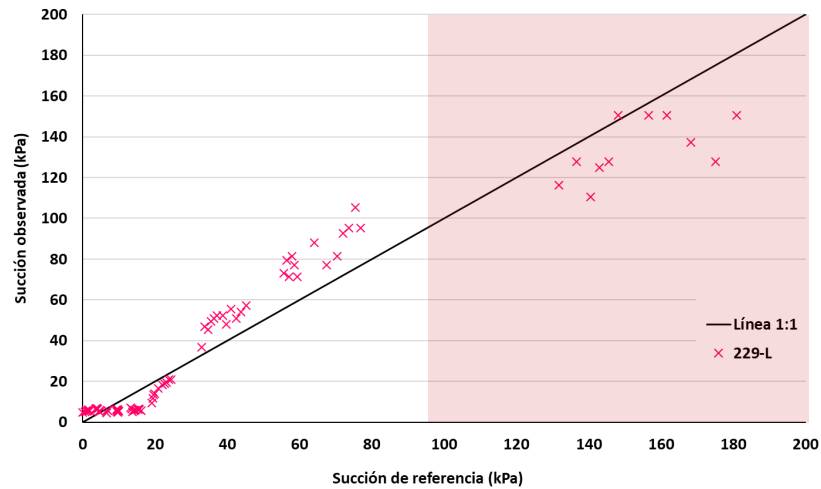
- Capacitivos -



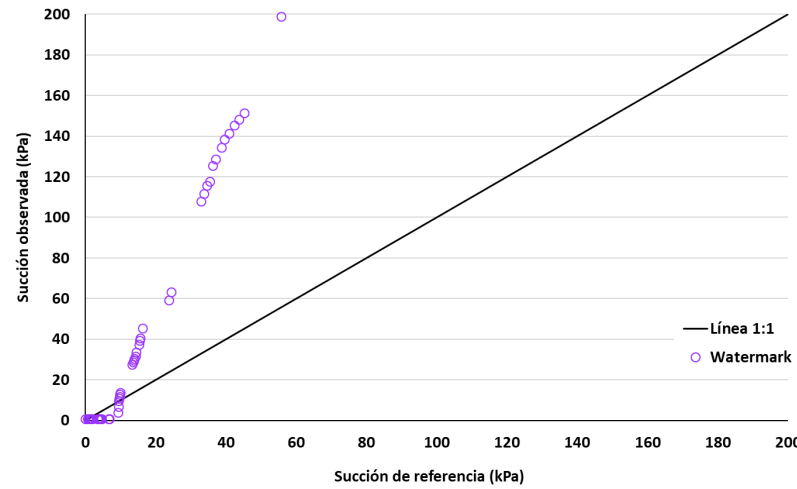
- Tensiómetros-



- Disipación de calor -

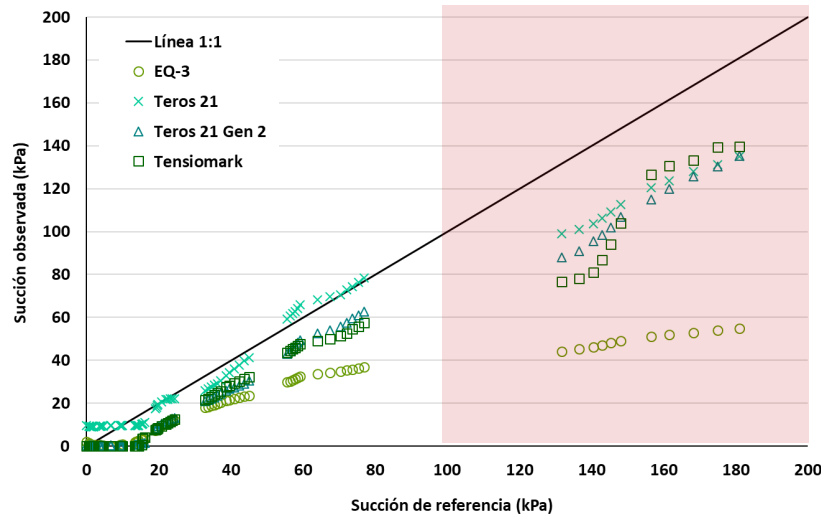


- Bloque de resistencia -

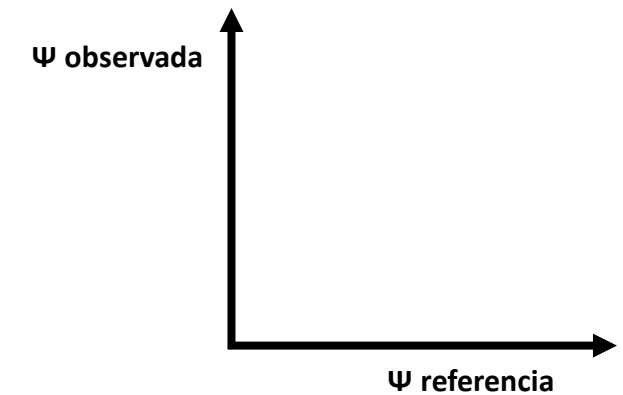
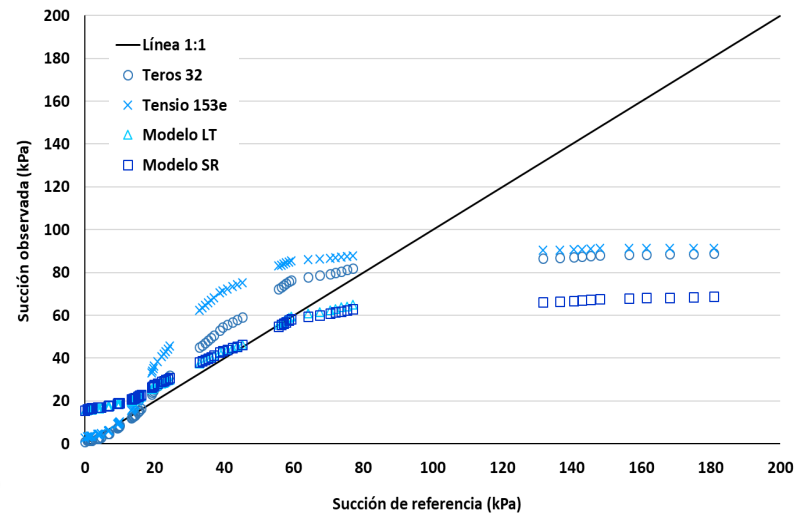


Pese a que el **sensor de disipación de calor** y sobre todo los **capacitivos**, son sensibles a succiones superiores a 100 kPa, **subestiman la succión** en más de un **15-20 %**.

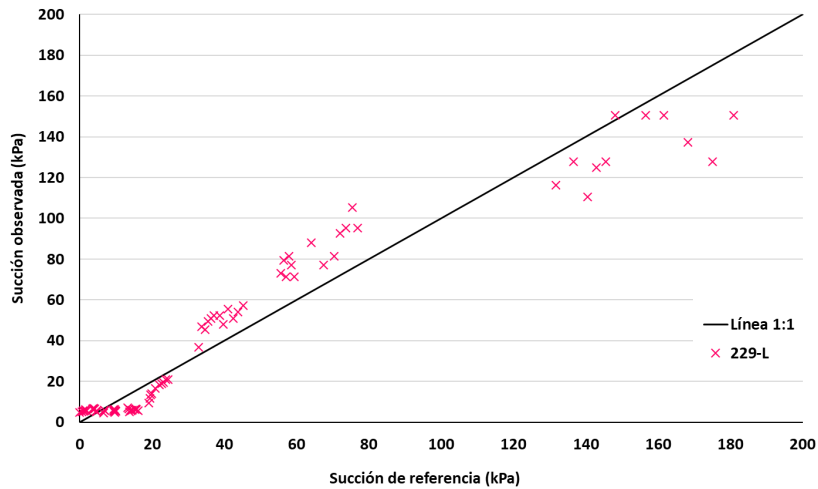
- Capacitivos -



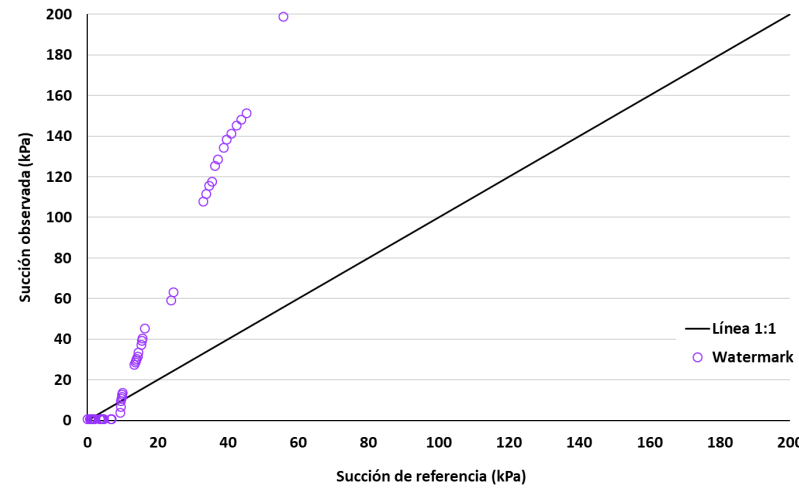
- Tensiómetros -



- Disipación de calor -



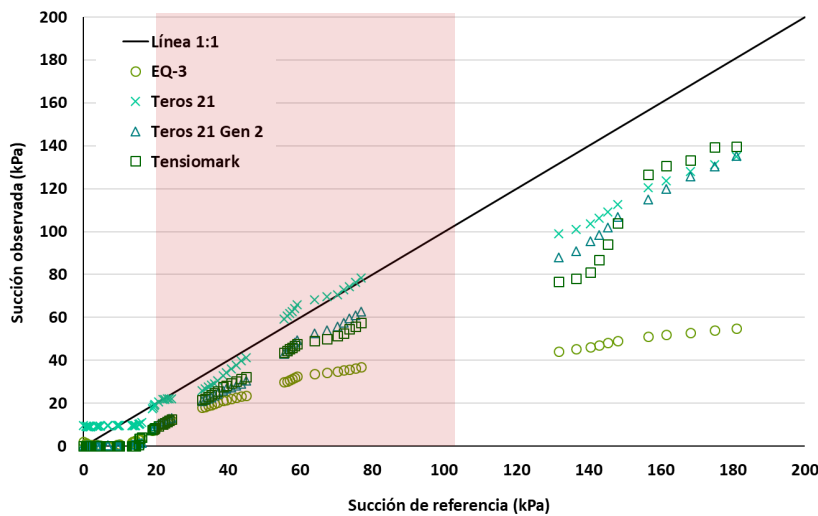
- Bloque de resistencia -



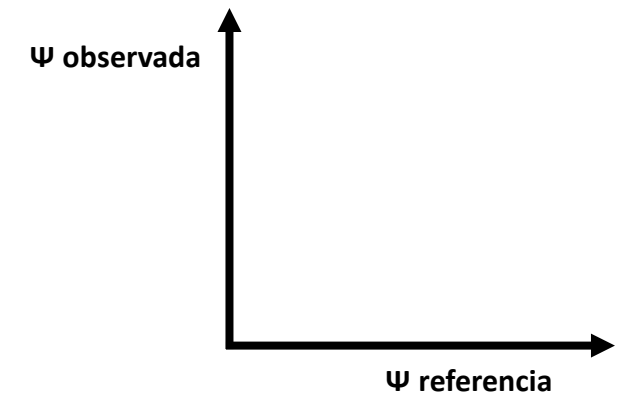
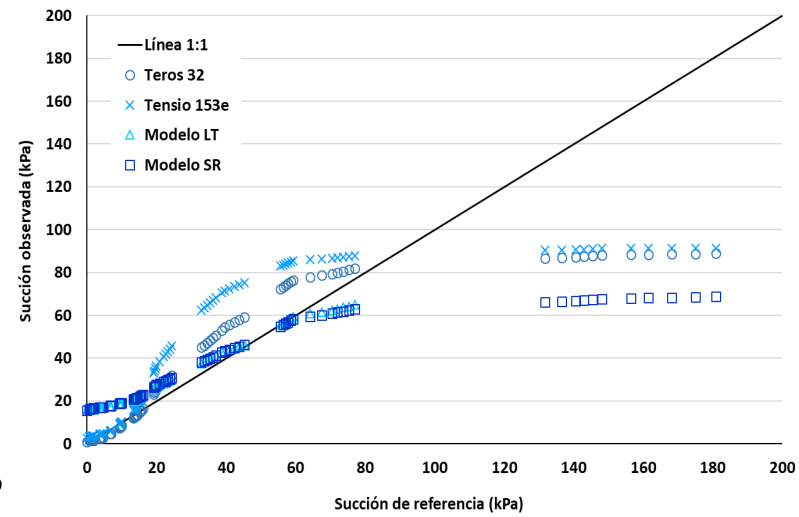
Entre los 20 y los 100 kPa los **sensores capacitivos** subestimaron la succión ; exceptuando Teros 21 y Teros 21 Gen 2, con una buena estimación de la misma

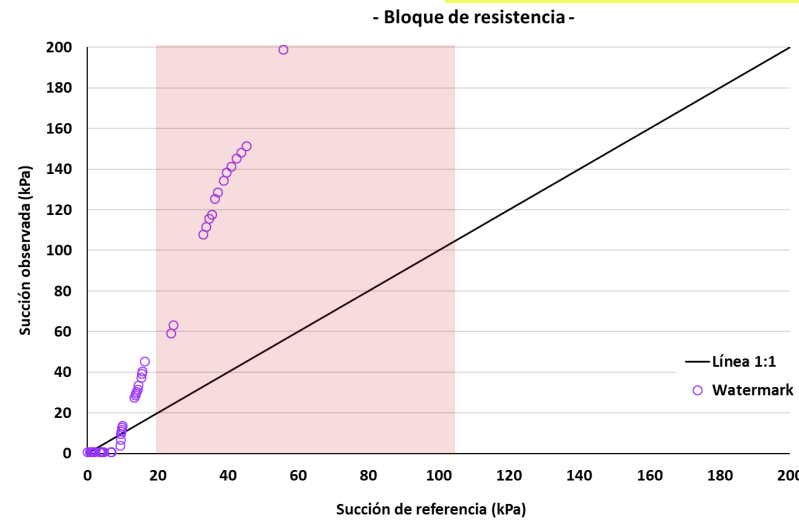
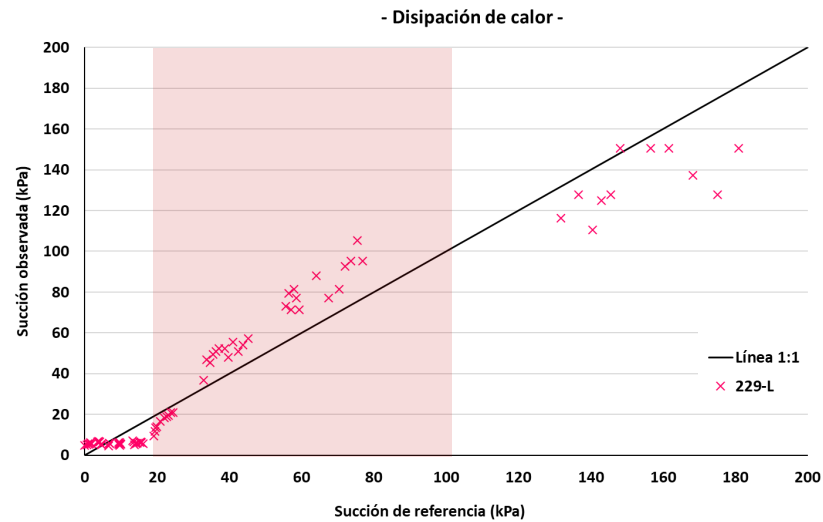
- Índice de Nash Sutcliffe= 0,85 y 0,70, respectivamente.

- Capacitivos -

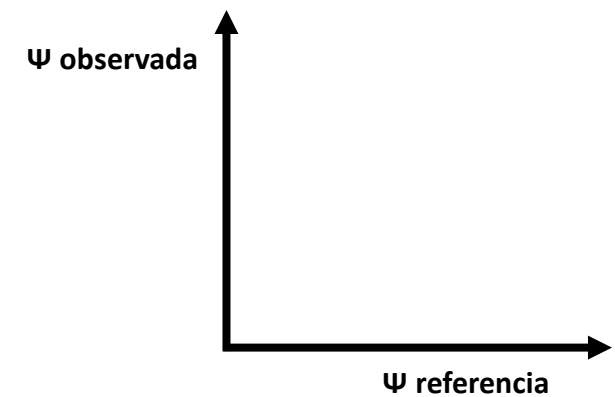
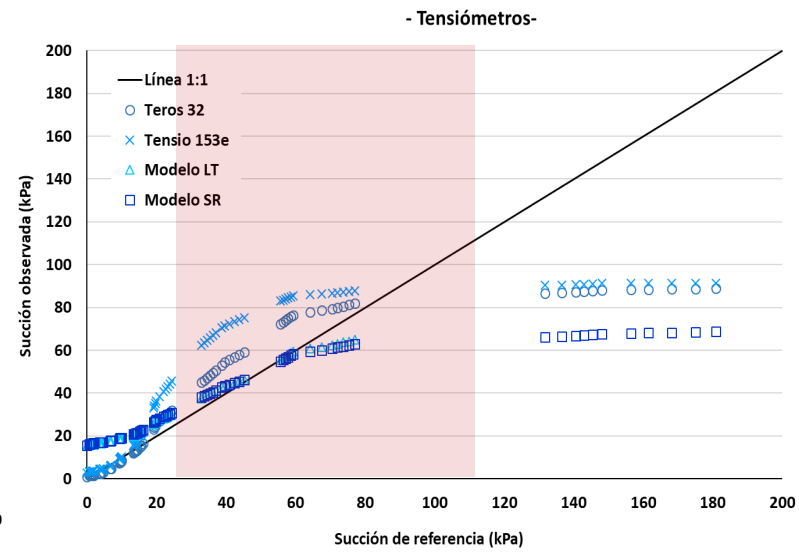
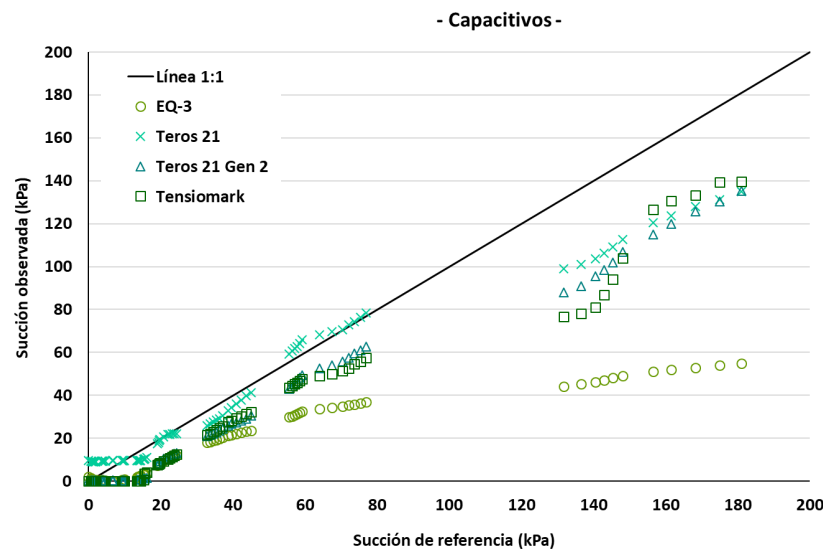


- Tensiómetros-





Por el contrario, tanto los **tensiómetros**, como el **sensor de disipación de calor** y especialmente el **bloque de resistencia** **sobreestimaron** los registros de succión.



Gestión integral de datos para un riego eficiente

GesRiego

La respuesta en cuanto a **precisión** y **dispersión** de valores de los diferentes grupos de sensores fue diferente según el rango de succión considerado.

En el **rango** de succión de **interés agronómico** tanto los **sensores de disipación de calor** como los **capacitivos** y **dos modelos de tensiómetros** se presentan como los más precisos. En los **dos primeros grupos**, los registros podrían extenderse **hasta al menos 150-200 kPa**, aproximadamente con la misma fiabilidad. Esta última cualidad resulta particularmente **interesante** para la **investigación científica**.

Algunos sensores, sobre todo el de **bloque de resistencia**, podrían **mejorar** su actuación con **modelos de ajustes ad hoc**, en lugar de los generales proporcionados por el fabricante.

Esta primera evaluación **debe completarse mediante un análisis estadístico más detallado**, de tal manera de **cuantificar mejor la precisión y error experimental de cada grupo de sensores**; y esto en diferentes rangos de succión. Esto último permitiría al usuario elegir el sensor más adecuado según sus objetivos; por ej., con fines de riego o investigación en hidrología subsuperficial.

Gestión integral de datos para un riego eficiente

GesRiego

Resta cuantificar el mínimo tiempo de lectura (tiempo de respuesta) **requerido por cada sensor** para una correcta lectura.

Nueva experimentación con suelos de texturas contrastantes permitirá analizar el **efecto de esta propiedad** (este factor), en la relación **contenido de humedad vs succión**.

Una evaluación más precisa que la presente podría llevarse a cabo **usando como valores de referencia** (valores de succión para diferentes contenidos de humedad) **obtenidos a partir de células de tempe** en lugar de curvas de retención de humedad obtenidos con ollas de presión.