

Más allá del ensayo de dureza manual portátil: Las ventajas de las sondas motorizadas

Artículos destacados

- **Durómetros de sobremesa:** Movilidad limitada, dependencia gravitatoria y mediciones que requieren mucho tiempo
- **Durómetros UCI portátiles:** Superan los problemas de movilidad y accesibilidad de los dispositivos Vickers fijos, permitiendo realizar ensayos en todas las direcciones
- **UCI motorizados vs. sondas UCI manuales:** Las sondas motorizadas reducen la influencia del operario en la medición y garantizan una mayor repetibilidad de la medición
- **Consideraciones sobre la profundidad de indentación:** Una profundidad de indentación muy baja requiere una preparación cuidadosa de la superficie
- **Pruebas de revestimiento:** Requiere un espesor mínimo de $10\times$ la profundidad de indentación según las normas

Introducción

Durómetros de banco **Durómetros Vickers** han sido durante mucho tiempo el patrón oro para las mediciones de dureza de precisión, pero presentan varios retos prácticos. Estos dispositivos son grandes, fijos y requieren un entorno controlado, lo que los hace inadecuados para aplicaciones *in situ*. Dado que dependen de la fuerza gravitatoria, las mediciones sólo se realizan desde arriba, lo que limita la flexibilidad de las posiciones de ensayo.

El proceso de medición en sí requiere mucho tiempo, ya que exige la preparación de la muestra, la indentación y el posterior análisis microscópico. Cada indentación debe evaluarse ópticamente, lo que introduce una complejidad adicional y prolonga el tiempo desde la medición hasta el resultado. Además, estos dispositivos tienen problemas de accesibilidad, ya que los componentes más grandes o de forma irregular no siempre pueden colocarse dentro del durómetro.

Con estas limitaciones, las industrias que buscan **movilidad, mediciones más rápidas y capacidades de ensayo *in situ*** recurren a **durómetros portátiles** como los dispositivos UCI (Impedancia de Contacto Ultrasónica), que permiten realizar ensayos directos *in situ* y en cualquier orientación.

Sondas UCI motorizadas frente a manuales

La introducción de las sondas UCI motorizadas ha supuesto una mejora significativa en la precisión y repetibilidad de las mediciones para cargas de ensayo inferiores a 1kgf. A diferencia de las sondas manuales, que requieren que el usuario aplique la fuerza de forma constante, las sondas motorizadas automatizan la aplicación de la fuerza, minimizando las variaciones inducidas por el usuario. Esto es especialmente crucial en ensayos de microdureza, donde fuerzas inferiores a **10N** producen indentaciones extremadamente poco profundas que exigen una alta precisión de medición.

Otro reto de las sondas manuales es garantizar la correcta alineación de la sonda. Según **ASTM A1038**, **DIN 10159** y **GB/T34205**, la sonda no debe desviarse más de $\pm 5^\circ$ de la perpendicular a la superficie de ensayo para mantener la precisión de la medición. Alcanzar este nivel de precisión manualmente puede resultar difícil, especialmente cuando se realizan pruebas en posiciones incómodas. Una sonda motorizada garantiza un posicionamiento perpendicular estable, reduciendo significativamente la influencia del operario y mejorando la repetibilidad.

No se puede exagerar la importancia de la profundidad de indentación. Con fuerzas inferiores, la indentación es tan pequeña que sólo es posible detectarla con un microscopio. Esto significa que una alta resolución de medición es crítica, y cualquier desviación en el manejo de la sonda puede afectar drásticamente a los resultados. Las sondas motorizadas combaten esta situación estandarizando la profundidad de la indentación y la aplicación de la fuerza, lo que las hace ideales para aplicaciones en las que la precisión y la consistencia son primordiales.

¿Qué profundidad tiene la indentación?

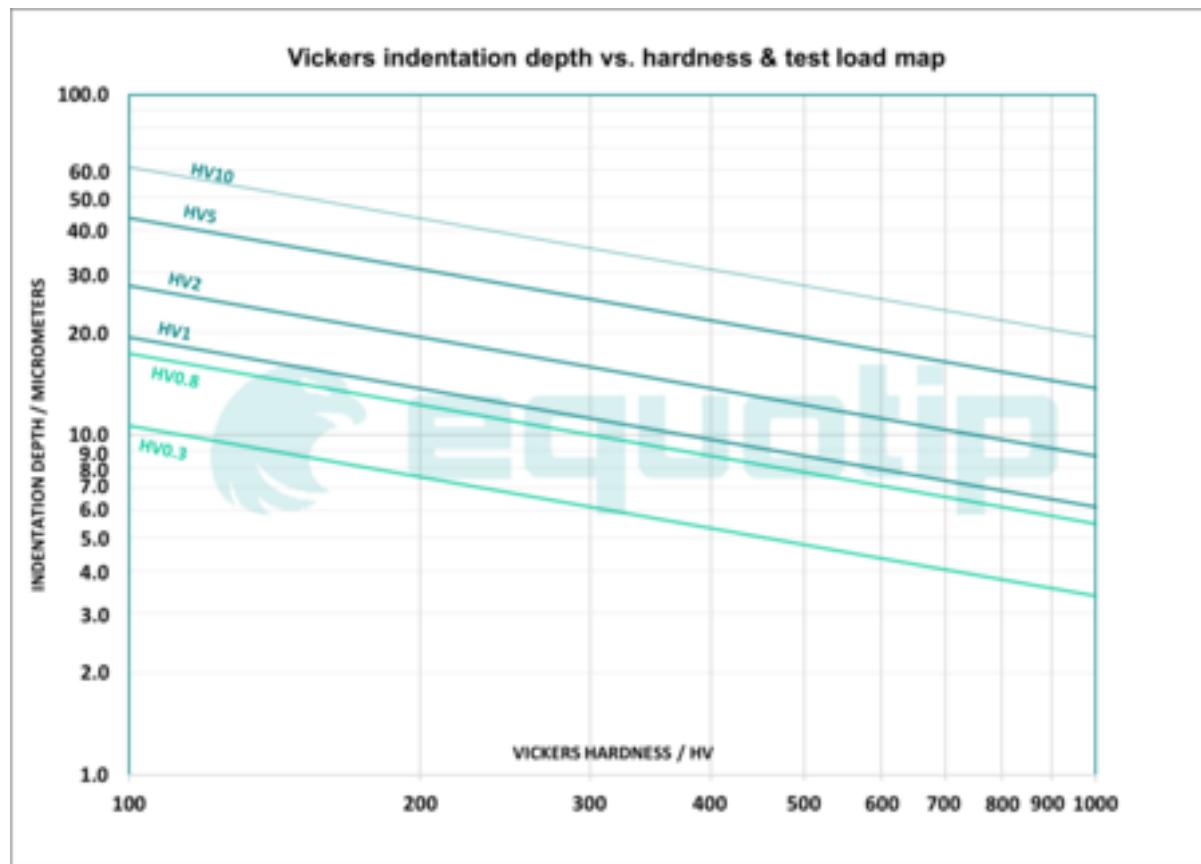
La profundidad de la indentación es un factor clave en los ensayos de dureza, ya que influye en la precisión y la fiabilidad de la medición. Según **ASTM A1038**, la profundidad de indentación se calcula mediante la fórmula:

$$h=0,062 (F/HV)^{0.5}$$

donde:

- **h** = profundidad de indentación (mm)
- **F** = fuerza de ensayo (N)
- **HV** = dureza del material (escala Vickers)

Las indentaciones poco profundas presentan tanto ventajas como desafíos. Aunque permiten realizar ensayos no destructivos y son beneficiosas para las superficies delicadas, también implican que se necesitan equipos de medición de alta resolución para garantizar la fiabilidad. Además, se recomienda un acabado superficial de **R_a inferior a 1,6 µm** para evitar que las irregularidades afecten a los resultados. Si la superficie es demasiado rugosa, la indentación puede no ser uniforme, dando lugar a valores de dureza inexactos. El siguiente mapa muestra la relación entre la carga de ensayo, la dureza y la profundidad de indentación. Esto es especialmente importante para superficies muy duras, en las que la profundidad de indentación puede ser tan baja como 3 µm. Es raro que los operadores puedan proporcionar un funcionamiento estable y sin vibraciones sin afectar a las mediciones con una indentación tan baja.



Sondas motorizadas especialmente indicadas para aplicaciones de revestimiento

Cuando se comprueban revestimientos como **cromo, níquel y cobre**, así como superficies endurecidas por nitruración, carburación, carbonitruración y endurecimiento por inducción, **es crucial un control adecuado de la profundidad de indentación. La profundidad de indentación no debe superar el 10% del espesor del revestimiento** para garantizar una medición precisa sin interferencias del sustrato. Los tratamientos superficiales dan lugar a capas finas y endurecidas que requieren métodos de ensayo precisos como el UCI para evaluar la dureza de forma eficaz sin dañar excesivamente el material.

Otro factor crítico en el ensayo de dureza UCI es la **calibración específica del material**. El método UCI suele calibrarse para materiales con un **módulo de Young de 210 GPa** (común para los aceros). Sin embargo, materiales como el **cobre (110 GPa)** o el **cromo (279 GPa)** presentan propiedades elásticas diferentes, lo que afecta a la precisión de las mediciones. Para obtener valores de dureza fiables, los durómetros UCI deben calibrarse con muestras de referencia del mismo tipo de material, lo que garantiza que los resultados reflejen con exactitud las propiedades del material.

Las sondas UCI motorizadas son especialmente adecuadas para aplicaciones de revestimiento y tratamiento de superficies, ya que proporcionan **mediciones precisas y repetibles a profundidades de indentación bajas**, lo que garantiza el cumplimiento de **las normas del sector**. Su capacidad para proporcionar **evaluaciones ultrarrápidas** las convierte en una herramienta esencial para **la garantía de calidad y el control de procesos** en diversas aplicaciones industriales. De este modo se garantiza que los revestimientos y las capas endurecidas cumplan estrictas normas de durabilidad y rendimiento, manteniendo al mismo tiempo la integridad de la superficie. Además, la aplicación de una fuerza precisa y constante permite realizar una comprobación posterior de la indentación en el microscopio y cotejar las mediciones con los dispositivos de sobremesa.

Application guide based on the test force / kgf	0.3	0.8
Thin coatings with highly polished surface	●	
Coatings with thickness over 40 micron	●	○
Hardening layer with thickness over 20 micron	●	○
Rotogravure cylinders	●	
Precision parts	●	●
Bearing race	●	
Bearings guide rail	●	
Bearings	●	
Crankshafts and camshafts	●	
Ion nitridated layers	●	●
Precision mold	●	●
Small parts	●	●
Case hardening	●	●
Polished metals (Steel, Al, Ti, etc) without visible surface damage	●	●

● - applicable, ○ - Possible, depending on the specimen

Comparación: UCI vs. durómetros de sobremesa

Mejor para	Ensayos de laboratorio	Ensayos in situ	Ensayos de precisión in situ
Características	Bench-Top (Vickers)	UCI portátil (manual)	UCI portátil (motorizado)
Tiempo de medición	Largo (análisis óptico)	Corto	Corto
Movilidad	Estacionario	Portátil	Portátil
Influencia del operador	Ninguna (configuración fija)	Media-alta	Baja con pie magnético

Conclusión

Para industrias que requieren **movilidad, velocidad y flexibilidad**, los comprobadores UCI portátiles ofrecen una alternativa convincente a los comprobadores Vickers de sobremesa. Mientras que los dispositivos de sobremesa proporcionan **valores de dureza de alta precisión**, son **estacionarios, consumen mucho tiempo y tienen una orientación de ensayo limitada**.

Los durómetros UCI, por otro lado, permiten **realizar ensayos de dureza in situ en cualquier dirección, reduciendo significativamente el tiempo desde el ensayo hasta el resultado**. Dentro de la categoría UCI, las sondas motorizadas **destacan**, especialmente en **aplicaciones de baja fuerza** en las que la profundidad de indentación es mínima y la precisión de la medición es crítica. Al garantizar una aplicación de fuerza constante y reducir la influencia del operario, las sondas motorizadas proporcionan una solución de ensayo de dureza **fiable y precisa**, especialmente para **aplicaciones de revestimientos y microdureza**.

En última instancia, la elección del método de ensayo de dureza adecuado depende de **los requisitos de la aplicación, la ubicación del ensayo y los niveles de precisión deseados**. La comprensión de las ventajas y limitaciones de cada método permite a las industrias optimizar sus procesos de ensayo y lograr **mediciones de dureza fiables, repetibles y precisas** en una variedad de condiciones.

Referencias

Metallische Werkstoffe - Härteprüfung nach dem UCI-Verfahren - Teil 2: Prüfung und Kalibrierung der Härteprüfgeräte, DIN 50159-2:2015-01, 2015

Standard Test Method for Portable Hardness Testing by the Ultrasonic Contact Impedance Method, ASTM A1038-19, 2019

Metallic materials - Hardness testing - Ultrasonic contact impedance method, GB/T 34205-2017, 2017

Ensayo de dureza portátil. Teoría práctica, Aplicaciones, directrices. Burnat, D., Raj, L., Frank, S., Ott, T. Schwerzenbach, Screening Eagle Technologies AG, 2022.

Metallic materials - Vickers hardness test -Part 2: Verification and calibration of testing machines. ISO 6507-2:2018



[Terms Of Use](#)
[Website Data Privacy Policy](#)

Copyright © 2024 Screening Eagle Technologies. All rights reserved. The trademarks and logos displayed herein are registered and unregistered trademarks of Screening Eagle Technologies S.A. and/or its affiliates, in Switzerland and certain other countries.