alphaDUR mini II

Manual del usuario

Version 1.2

BAQ

Para contactar

BAQ GmbH

Hermann-Schlichting-Str. 14

D-38110 Braunschweig

Alemania

Tél.: +49 5307 / 95102 - 0

Fax: +49 5307 / 95102 - 20

Correo electrónico: info@baq.de

Made in Germany

Derechos de autor

El presente manual de instrucciones contiene diversos contenidos, como textos, gráficos y esquemas, que están sujetos a derechos de autor y son propiedad de BAQ GmbH. Esta información está destinada exclusivamente al manejo y mantenimiento del equipo de medición que se suministra. Queda terminantemente prohibida la reproducción, distribución o modificación de estos contenidos sin la previa autorización por escrito del titular.

Sumario

1 Seguridad y responsabilidad civil 6

1.1 Generalidades 6

1.2 Consideraciones de seguridad 6

1.3 Responsabilidad civil 7

1.4 Uso previsto 7

2 Componentes suministrados 8

3 Datos Técnicos 9

4 Introducción al principio de medición UCI 11

4.1 El método UCI 11

4.2 Principales aplicaciones del método UCI 12

4.3 Requerimientos para la aplicación del método UCI 13

4.3.1 Calificación del personal examinador 13

4.3.2 Condiciones de la muestra de material 13

4.3.3 Consideraciones sobre el módulo elástico E 16

4.3.4 Control funcional periódico 16

4.4 Elección de la sonda de prueba 18

4.5 Normas consideradas 20

5 Operación y funcionamiento del aparato 21

5.1 Construcción y conexiones 21

5.2 Carga, encendido y apagado 21

5.3 Funcionamiento general 22

5.4 Preparación y ajustes básicos para la medición de dureza con UCI 25

5.5 La ventana de medición 29

5.5.1 Generalidades y configuración 29

5.5.2 Ventana de estadísticas 32

5.6 Gestión del conjunto de parámetros de medición 34

5.7 Gestión de series de medidas y mediciones en serie 35
5.7.1 Series de medidas individuales 35
5.7.2 Mediciones en serie 36
5.8 Procedimiento para la medición 37
5.9 Protocolo de medición y transferencia de datos 39
5.9.1 Copiar series en la memoria externa USB 39
5.9.2 Formato del archivo csv 40
6 Calibración de materiales 43
7 Conversión de medidas de dureza 47
8 Configuración de sistema 48
8.1 Idioma 48
8.2 Fecha y hora 48
8.3 Configuración 48
8.4 Configuración de fábrica 50
8.5 Información del sistema 50
9 Resolución de problemas 51
10 Mantenimiento y asistencia 54
11 Apéndice 1: Rango de validez para conversión de dureza 56
12 Apéndice 2: Información para pedidos extras 60

1 Seguridad y responsabilidad civil

1.1 Generalidades

Este manual del usuario contiene información importante e indicaciones de seguridad para el funcionamiento correcto y seguro del alphaDUR mini II. Antes de utilizar el aparato de pruebas se recomienda expresamente revisar y comprender los contenidos vertidos. Por ello, el manual debe estar a disposición de todos los operarios relacionados con el uso, en cuanto a la instalación, operación, mantenimiento y reparación del equipo. Se recomienda que personal no preparado, antes que todo, sea instruido y calificado para seguir las instrucciones proporcionadas.

Nuestro servicio técnico (service@baq.de) agradecerá toda sugerencia que pueda mejorar el uso del manual y estará encantado de ofrecer una asistencia completa en caso de preguntas que vayan más allá del contenido de este documento.

1.2 Consideraciones de seguridad

- Leer detenidamente este instructivo antes de la puesta en marcha.
- Conservar el manual adecuadamente para futuras referencias.
- Prestar atención a todas las indicaciones de seguridad y precaución que aparezcan durante el uso.
- Utilizar el alphaDUR mini II únicamente en zonas, consideradas, eléctricamente seguras.
- El alphaDUR mini II no debe ser utilizado en atmósferas potencialmente explosivas.
- El alphaDUR mini II debe permanecer lejos del alcance de los niños y se recomienda que las personas encontrándose en condiciones que impidan el manejo seguro del aparato, no participen de la utilización.
- Personal inexperto, no familiarizado con este manual, sólo podrá utilizar el aparato bajo supervisión.
- El alphaDUR mini II es un dispositivo muy sensible y no debe ser sometido a riesgos mecánicos excesivos, tales como golpes o vibraciones extremas.
- Durante la limpeza del equipo, éste debe estar apagado y separado del cable USB.
- Realizar el mantenimiento adecuado, a cargo de personal calificado.
- Realizar una comprobación del funcionamiento, finalizados los trabajos de mantenimiento.
- Los cables dañados o desgastados deben sustituirse inmediatamente.
- Tomar contacto con el servicio técnico tan pronto como se haga evidente un daño crítico en el aparato (por ejemplo, lo relativo al aislamiento eléctrico). Apagar el instrumento y desconectar el cable USB.

- Proteger el alphaDUR mini II contra líquidos y humedad.
- La presencia de aparatos generadores de campos magnéticos en el lugar de medición pueden influir o afectar la toma de medidas.

1.3 Responsabilidad civil

El aparato ha sido desarrollado y fabricado de acuerdo con las últimas normas tecnológicas y directivas de seguridad vigentes y ha salido de la fábrica en condiciones perfectas para cumplir su función. El cliente asume toda la responsabilidad del uso y manejo adecuados por parte del personal apropiado. Tenga en cuenta que se rechazarán las reclamaciones de garantía y responsabilidad relativas a lesiones o daños materiales que se deriven de uno o varios de los siguientes motivos:

- El uso del alphaDUR mini II para otros fines, distintos a los descritos en este manual.
- Incumplimiento de la información de seguridad descritas en este manual, con respecto a la operación, mantenimiento, limpieza y control funcional del propio instrumento o de los accesorios conectados.
- Modificación arbitraria del aparato o de sus accesorios. En caso de dudas consultar siempre al servicio técnico.
- Cambio de componentes con fallas, por elementos no originales ni aceptados por BAQ.
- Uso de accesorios que BAQ no haya validado explícitamente.
- Daños producidos por cuerpos extraños, por accidentes, vandalismo o fuerzas mayores.

Toda la información contenida en estas instrucciones de uso ha sido recopilada de acuerdo a nuestro seguro saber y entender. El fabricante, BAQ GmbH, se exime de toda responsabilidad por la integridad o exactitud de la información.

1.4 Uso previsto

El alphaDUR mini II sólo puede utilizarse para los fines, para los cuales fue concebido de acuerdo con las especificaciones descritas en este manual de instrucciones.

El equipo fue diseñado exclusivamente para medir la dureza de sólidos metálicos. Sólo debe ser utilizado en perfectas condiciones técnicas y por personal especializado, preparado para el efecto.

2 Componentes suministrados

Componentes:

1 Unidad básica, el alphaDUR mini II
2 Cable de conexión alphaDUR mini II ↔ sonda UCI
3 Fuente de suministro eléctrico (100-240 VAC; 50/60 Hz; 1,5 A)
4 Cable de interfase USB (USB-A ↔ USB-C)
5 Pendrive (memoria flash USB) con los manuales (PDF)
6 Maleta de transporte
7 Correa ajustable
8 Adaptador USB-A ↔ USB-C

Figura 1: Los componentes (No. 3, 7, 8 no visibles)

Accesorios opcionales:

a1 Sonda UCI
a2 Certificado de fábrica BAQ para las sondas UCI
a3 Bloque de referencia dureza UCI con certificado (ISO, ASTM)
a4 Soporte de apoyo de sonda para superficies planas o curvadas
a5 Agarradera para sondas (para las sondas de 98 N se incluye al momento de entrega)
a6 Trípode de precisión para las sondas
a7 Miniimpresora portátil

> *i* Todos los artículos señalados, y los correspondientes números de pedido se detallan en el Apéndice 2: Información sobre pedidos.

3 Datos Técnicos

Tabla 1: Datos técnicos del alphaDUR mini II

Dimensiones	154 x 84 x 23 mm (L x A x E)		
Peso	430 g		
Pantalla	a colores, de cristal líquido, tipo TFT, con diagonal de 3,5” (8,89 cm)		
Batería	640 x 480 pixeles		
Autonomía	Integrada de ión litio para 6800 mAh		
Tiempo de carga	Cerca de 10 horas		
Capacidad de memoria	Cerca de 4 h (de 10 al 80 % en estado apagado)		
Rangos de temperatura	almacenamiento:	-20°C á 70 °C	4°F á 158 °F
	funcionamiento:	-15°C á 60 °C	5°F á 140 °F
	carga:	0°C á 40 °C	32°F á 104 °F
Humedad en el aire	máximo. 90 %, sin condensado		
Ambiente de trabajo	Apto para el trabajo, tanto en exteriores como interiores		
Conexiones	USB-C (para carga de batería y transferencia de datos) Conector para cable de sonda (bus CAN)		
Dispositivos de señales	visual: LED de estado audible: bíp		
Idiomas de menú	Alemán, inglés		

Tabla 2: Datos técnicos de las sondas de prueba UCI

Método de ensayo	Dureza de Vickers modificada para el método UCI de acuerdo a las normas DIN 50159, ASTM A1038 y la Directriz VDI/VDE 2616, hoja 1. La medición de la impresión realizada bajo la carga de ensayo.
Cuerpo de penetración	Diamante, piramidal tipo Vickers de 136° de a cuerdo a las normas DIN EN ISO 6507 y ASTM E 92
Materiales de ensayo	De preferencia, metales para los que el alphaDUR mini II pueda calibrarse utilizando bloques o materiales de referencia. Cerámica o vidrio son posibles si se realizan mediciones comparativas para la calibración previa.
Carga de ensayo	3N HV0,3 10N HV1 20N HV2 30N HV3 49N HV5 98N HV10 (dependiendo de la sonda)
Dimensiones	Diámetro: 19,5 mm Largo: 175 mm
Peso	190 g
Interfase	Bus CAN
Rango de mediciones	ca. 10 – 3000 HV Conversión de acuerdo a EN ISO 18265 y ASTM E140
Precisión en la medición(*)	< 2 % (100 – 1000 HV)
Repetibilidad (*)	< 2 % (100 – 1000 HV)
Resolución	1 HV
Dirección de la medición	la deseada
Escala de dureza	HV, HB, HRC, HRB, HRA, HRD, HRE, HRF, HR45N, HK, N/mm²
Rangos de Temperatura	Almacenamiento: -20°C á 70 °C 4°F á 158 °F Funcionamiento: -15°C á 60 °C 5°F á 140 °F
Humedad en el aire	Máxima: 90%, sin condensado

* Especificación interna BAQ, válida para un conjunto de 5 mediciones en bloques de referencia UCI para todas las sondas al momento de ser entregadas, independientemente de la carga de ensayo. Esta precisión es mejor que la desviación permitida por la norma DIN 50159.

4 Introducción al principio de medición UCI

4.1 El método UCI

El método UCI (Ultrasonic Contact Impedance, como está definido en las normas ASTM A1038 y DIN 50159), basado en el efecto de la impedancia por contacto ultrasónico, es similar al conocido método Vickers, pero se evita el análisis óptico de la impresión del indentador bajo el microscopio. La dureza se determina directamente durante el proceso de penetración. Debido a ello, el método es más rápido y sencillo, perfectamente adecuado para aplicaciones móviles, así como, ofrece la posibilidad de automatización de las mediciones.

Así como el procedimiento Vickers, el indentador crea una muesca en el objeto de la medición bajo una carga definida (3 - 98 N). El método utiliza un diamante Vickers con geometría exactamente definida según la norma DIN EN ISO 6507-2, pero en este caso montado en el extremo de una varilla vibrante. Esta varilla, sometida a vibraciones longitudinales, generadas por contactos piezoeléctricos, vibra inicialmente a una frecuencia de resonancia natural f_0 de 66 kHz (ver Figura 2):

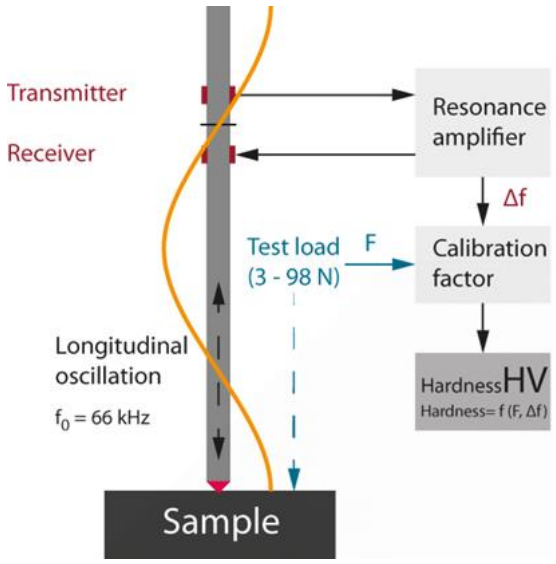


Figura 2: Oscilación en la varilla UCI

Durante la penetración del diamante en la muestra, la carga de ensayo aumenta continuamente, y la atenuación hace que cambie la frecuencia de resonancia. Este cambio de frecuencia puede medirse con precisión. En cuanto se alcanza la carga de ensayo preestablecida (3 - 98 N), se determina la diferencia Δf respecto a la frecuencia de resonancia natural original f_0 (frecuencia cero) y se convierte en un resultado de dureza.

El cambio de frecuencia depende generalmente del tamaño del área de contacto entre el diamante y la muestra y, por tanto, directamente de la dureza. El área de la penetración bajo una carga dada es obviamente mayor para un material más blando. Matemáticamente, el principio se resume a la dureza como función de la carga aplicada (F) y la variación de la frecuencia de resonancia (Δf):

$$\text{Dureza} = f(F, \Delta f)$$

El cambio de frecuencia de resonancia no sólo se produce por efecto de la dureza, sino también depende del módulo de elasticidad (E). Para tener en cuenta esto, las sondas UCI tienen que calibrarse con ayuda de bloques de referencia (patrones de acero de diferente dureza) y aplicando una carga de ensayo conocida. Finalmente se obtiene la variación de la frecuencia de resonancia. Dentro de un grupo de materiales (por ejemplo, acero con 200 - 220 GPa), las fluctuaciones del módulo de elasticidad son tan pequeñas que su influencia en el valor de la dureza puede despreciarse. Si se van a controlar materiales cuyo módulo de elasticidad tiene una gran desviación, se puede realizar una calibración especial con una pieza de referencia del material que se va a medir (véase el capítulo 6). Para ello, las mediciones de dureza se realizan primero en una máquina de ensayo estacionaria. La dureza así determinada sirve de referencia para las mediciones de calibración UCI posteriores. A partir de las mediciones de calibración UCI y de la dureza de referencia para este material se calcula internamente en el alphaDUR mini II una nueva curva de calibración. Con ella es posible posteriormente realizar mediciones más precisas del «nuevo» material.

4.2 Principales aplicaciones del método UCI

EL alphaDUR mini II es un aparato móvil para la medición de la dureza de los metales por medio del método UCI. Las aplicaciones principales son entre otras:

- Control en el ingreso de mercancías.
- Control de calidad en la linea de producción.
- Examen móvil, “in situ”, directo sobre las piezas ensambladas.
- Mediciones independientes de la orientación de la superficie.
- Examen casi libre de daños gracias a las mínimas impresiones.
- Por la rapidez de la medición, es posible el 100% del control en las lineas de producción.
- Medición en lugares inaccesibles, piezas ensambladas de difícil geometría y espacios estrechos.
- Examen de piezas pesadas, o ya ensambladas, que no se puedan remover.
- Examen de cordones de soldadura.
- Examen de dureza de capas.

Examen temporalmente crítico, por ejemplo directamente después del procesamiento de templado o procesamiento de superficies.

Estas aplicaciones ilustran la versatilidad e importancia del método de ensayo de dureza UCI en diversas áreas industriales. Las mediciones precisas y fiables, contribuye significativamente al aseguramiento de la calidad, la caracterización de materiales y el análisis de errores.

4.3 Requerimientos para la aplicación del método UCI

Para llevar a cabo un examen de dureza con ayuda del alphaDUR mini II, en forma efectiva y precisa, hay que tomar en cuenta ciertas condiciones.

4.3.1 Calificación del personal examinador

Es esencial que el examinador posea conocimientos básicos y experiencia. Esto incluye la comprensión de diversos aspectos de los ensayos de dureza en general, así como, de factores específicos y relevantes para el procedimiento UCI:

- conocimiento de la influencia de las propiedades del material, como la estructura microscópica o el módulo de elasticidad, en la selección y aplicación del método de ensayo de dureza,
- conocimiento de la influencia de la estructura superficial en el valor de dureza determinado,
- comprensión de la conversión de los valores de dureza UCI (referencia) en otras escalas y comparación con otros métodos de ensayo,
- experiencia práctica en el manejo de la sonda UCI.

4.3.2 Condiciones de la muestra de material

En general, el método UCI es adecuado para el ensayo de casi todos los materiales metálicos. Sin embargo, las propiedades de la muestra también pueden influir considerablemente en los resultados de la medición con este método, como ocurre con cualquier tipo de ensayo de dureza. La estructura de la superficie, la altura y el peso de la muestra, así como, su homogeneidad son causas frecuentes de una gran dispersión en las medidas o de grandes desviaciones respecto del valor de dureza esperado. Debido a ello, es importante comprobar la idoneidad de la muestra antes de las mediciones y, en caso necesario, llevar a cabo la preparación de la misma.

La muestra debe cumplir los siguientes requisitos:

Tabla 3: Condiciones de la muestra para el método UCI

Espesor mínimo	> 4 mm (dependiendo de la geometría de las piezas)		
(sin acoplamiento)	> 100 g (dependiendo de la geometría de las piezas)		
Peso mínimo	Hacia los bordes: 5 mm entre dos impresiones: 1 mm		
(sin acoplamiento) ***Separación mínima*** ***Aspereza máxima de la superficie***	***Carga de ensayo***	***Ra_{max} [µm]***	
		DIN 50159	***ASTM A1038***
	98 N	1,0	15,0
	49 N	0,8	10,0
	10 N	0,5	5,0
	3 N	---	2,5
Entorno de la medición	La muestra no debe hacer ningún movimiento ni estar expuesta a oscilaciones/vibraciones durante el ensayo. Las condiciones ambientales, además de la temperatura y la humedad, pueden afectar las mediciones de dureza.		
Superficie	Limpio, seco y libre de óxidos, sustancias extrañas y lubricantes (si es necesario, lijado, por ejemplo, con papel abrasivo y limpieza de la superficie, por ejemplo, con alcohol isopropílico)		
Entorno de la medición	10 veces la profundidad de la penetración (ver. Figura 4)		

A diferencia del método Vickers, en el que se miden las diagonales de la impresión de dureza y sus vértices no siempre se determinan con precisión en superficies rugosas, en el procedimiento UCI se considera toda la superficie de contacto en el cálculo del valor de dureza. Esto último significa un efecto integrador en el procedimiento y, por ello, la dispersión de las medidas es significativamente menor. Si la rugosidad máximas especificada en la Tabla 3 es mayor, la superficie de la muestra puede

prepararse, por ejemplo con papel de lija, para cumplir con las exigencias dadas. Basta con corregir parcialmente el área de medición, utilizando como guía la tabla siguiente:

Tabla 4: Valores de Ra- alcanzados por medio de lijado

Granulometría según FEPA(*)	120	180	240
Profundidad de la aspereza Ra	ca. 1,2 µm	ca. 1,0 µm	ca. 0,6 µm

(*) FEPA = Federación europea de productores de abrasivos (N. del t.)

Acoplamiento/Incrustación de una muestra

De acuerdo al procedimiento UCI, la varilla UCI transmite unas oscilaciones con una frecuencia de más de 66 kHz durante la medición hacia la muestra, donde se propagan y se reflejan en las diversas caras. Esto puede dar lugar a reflexiones en el interior del cuerpo analizado, especialmente en muestras pequeñas o delgadas y cuando se mide directamente en el borde de ellas, lo que perjudica los resultados de la medición.

Para evitar este efecto, la muestra puede acoplarse a una base sólida utilizando, por ejemplo, con una fina película de aceite. Como base se recomienda una placa de acero maciza, como la que se puede encontrar en el trípode para mediciones más precisas.

Se puede conseguir un efecto similar incrustando la muestra dentro de otro cuerpo con resinas como material de relleno. Hay que tener cuidado de que no se formen burbujas de aire entre la muestra y el material de incrustación.

Homogeneidad

Al igual que en la prueba Vickers convencional, las impresiones producidas por el método UCI son comparativamente pequeñas. Pero las diferencias locales en las propiedades del material, incluido el módulo de elasticidad, pueden influir en los valores de dureza medidos. La homogeneidad uniforme del material es, por tanto, crucial para que el ensayo de dureza sea fiable. Para garantizarlo, la impresión debe ser significativamente mayor que el grado de aspereza en la superficie del material examinado. En algunos materiales de fundición, esto no puede garantizarse, incluso con una carga de ensayo de 98 N. En este caso, se podría utilizar el método “por rebote”, aplicado con el el equipo de medición dynaROCK III (ver www.baq.de).

4.3.3 Consideraciones sobre el módulo elástico E

Como ya se mencionó, en el procedimento UCI se aplica una carga de prueba sobre la muestra y con ella se determina el cambio de frecuencia de resonancia producido. Esto último depende de la dureza y del módulo de elasticidad del material.

Las sondas UCI se calibran en fábrica con ayuda de bloques de referencia con un módulo de elasticidad de 210 ± 10 Gpa, permitiendo despreciar la influencia de pequeñas fluctuaciones del módulo sobre en el valor de la dureza.

Si se van a ensayar materiales con un módulo de elasticidad con desviaciones más fuertes, es necesario realizar una calibración con una pieza de referencia del material que se va a ensayar (véase el capítulo 6). Las mediciones se realizan primero con una máquina de ensayo estacionaria. La calibración así determinada se almacena en seguida, en el alphaDUR mini II Así, el equipo queda preparado para mediciones sobre el tipo de material en cuestión.

4.3.4 Control funcional periódico

El alphaDUR mini II, en combinación con las sondas de prueba, forma un sistema de medición muy robusto que funcionará de forma fiable durante muchos años si se maneja correctamente. No obstante, es aconsejable realizar comprobaciones periódicas:

- inspección visual del diamante con ayuda de microscopio,
- comprobación de la precisión y reproducibilidad de la medición en bloques de referencia de dureza conforme a DIN 50159 o ASTM A1038 (véase la Tabla 5),
- mantenimiento periódico, incluida la calibración por parte de BAQ GmbH o un servicio técnico autorizado para garantizar la precisión de las mediciones, de acuerdo con las normas pertinentes (se recomienda una vez al año).

La norma DIN 50159-1 aclara detalladamente, que el control de los equipos de prueba UCI por parte de los usuarios debe realizarse periódicamente. Antes de la puesta en marcha, se recomiendan al menos tres mediciones en un bloque de referencia adecuado. La desviación máxima admisible del promedio se indica en la tabla siguiente:

Tabla 5: Desviación permitida para el valor promedio

Escala	***Desviación máxima [%]***			
	< 250 HV	***250 HV hasta < 500 HV***	***500 HV hasta 800 HV***	***> 800 HV***
HV 0,3	6	7	8	9
HV 1	5	5	6	7
HV 5	5	5	5	5
HV 10	5	5	5	5

i La exigencia interna de BAQ es significativamente más estricta que las especificaciones de la norma. Sólo se suministran sondas cuya desviación límite en todos los rangos de dureza es menor que el 2 % por cada 5 mediciones.

i Si durante la inspección se detectan daños en el diamante o desviaciones/dispersión excesiva de la medidas, es recomendable enviar el durómetro inmediatamente para su revisión por parte del servicio BAQ u otro servicio técnico autorizado.

i Según la norma DIN 50159 - 2, para el examen funcional sólo pueden utilizarse bloques de referencia con un diámetro mayor que 50 mm, un espesor mayor que 15 mm y un módulo de elasticidad de 210 ± 10 GPa. Los bloques de referencia más pequeños tendrían que acoplarse entre sí.

! Entre los bloques de comparación de dureza utilizadas incorrectamente con más frecuencia se cuentan las placas Vickers triangulares de 6 mm de espesor, así como los bloques HRC. El tratamiento superficial de estas últimas no está permitido para el ensayo UCI, ya que puede dar lugar a valores de dureza UCI demasiado bajos.

! Al realizar el control del alphaDUR mini II, es importante que el material a examinar sea equivalente al bloque de referencia (o la pieza de referencia utilizada) y que se utilice la escala de dureza correcta (para unos bloques de referencia estándar, con el método UCI, esto significa material estándar/acero y la escala HV).

4.4 Elección de la sonda de prueba

Las sondas de prueba UCI están disponibles para diferentes cargas de prueba, desde 3 N (HV0,3) hasta 98 N (HV10) y en diferentes diseños. Junto a la sonda estándar, también se ofrecen las sondas SL y SL-L para aplicaciones especiales como la medición en flancos de dientes o concavidades estrechas (ver Figura 3).

Todas las sondas son adecuadas para todos los rangos de dureza y sólo difieren en cuanto al manejo y el tamaño de las impresiones. La elección de la carga de ensayo depende principalmente de la rugosidad de la superficie de la muestra. El concepto aplicado es el siguiente:

Figura 3: Sonda estandar UCI (arriba), Sonda SL (medio), Sonda SL-L (abajo)

« Cuanto mayor sea la rugosidad de la superficie dela muestra, mayor será la fuerza de ensayo de la sonda »

Para elegir la carga de ensayo correcta basta con observar los ejemplos de aplicación de la norma DIN 50159-1:

Tabla 6: Valores de Ra permitido y aplicaciones típicas según la carga de ensayo

Carga	***$R_{a,max}$ en µm***		***Aplicaciones típicas***
	DIN 50159	***ASTM A1038***	
98 N	1,0	15,0	Pequeñas piezas forjadas, ensayos de cordones de soldadura, ensayos de la zona afectada por el calor
49 N	0,8	10,0	Piezas de máquinas endurecidas por inducción o cementación, por ejemplo, árboles de levas, turbinas, cordones de soldadura, pruebas de la zona afectada por el calor.
10 N	0,5	5,0	Matrices, moldes y prensas de estampación por nitruración iónica
3 N	k.A.	2,5	Revestimientos, por ejemplo, revestimientos de cobre y cromo en cilindros de acero (t ≥ 0,040 mm), cilindros de cobre para huecograbado, revestimientos, capas endurecidas (t ≥ 0,020 mm).

En algunas aplicaciones, la superficie de la muestra no debe ser dañada por el examen de la dureza, y si es así, sólo lo menos posible. En general, el método UCI se considera prácticamente no destructivo debido a las impresiones pequeñas. Figura 4 muestra una correlación entre la profundidad de la penetración en función de la dureza de la muestra y de la carga en el ensayo.

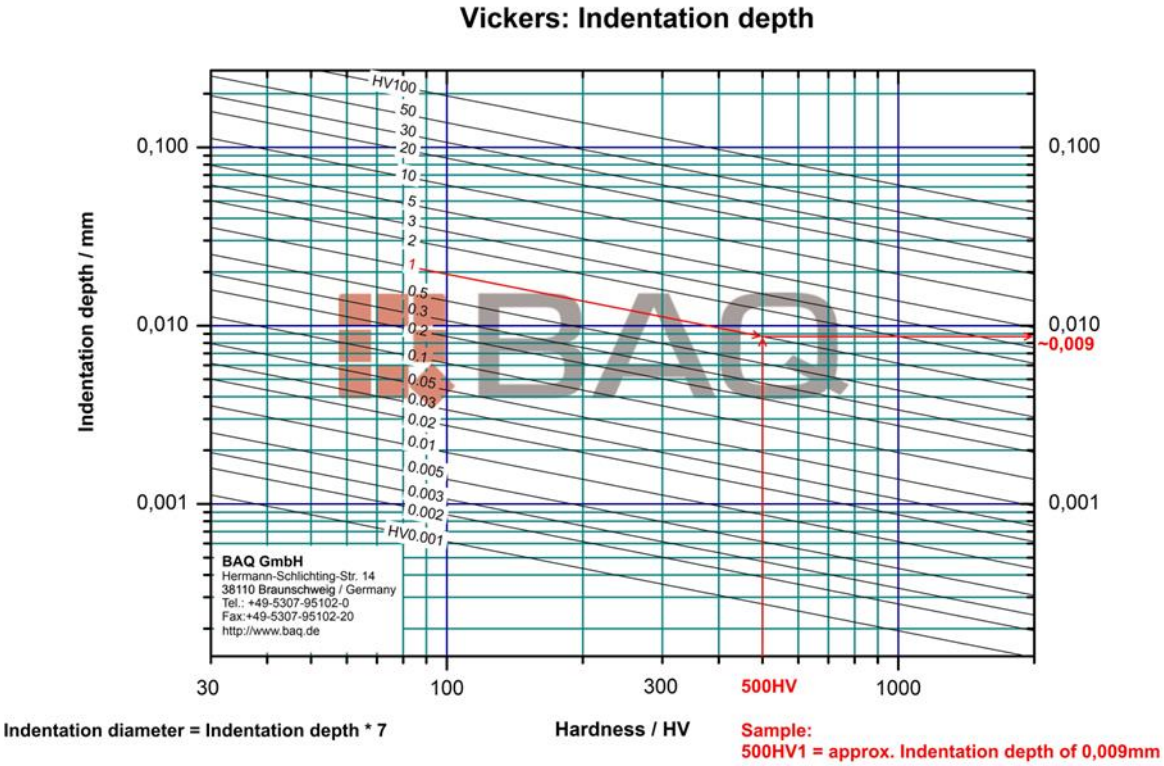


Figura 4: Diagrama de profundidad de la penetración

La tabla siguiente muestra las profundidades de penetración en relación a las diagonales del diamante para tres durezas diferentes en función de la carga de ensayo. Esto permite tener una idea del resultado obtenido.

Tabla 7: Profundidad y diagonales para diversas cargas y durezas (todas las medidas en µm)

Dureza	***HV0,3***		***HV1***		***HV5***		***HV10***	
	diagonal	***profundidad***	***diagonal***	***profundidad***	***diagonal***	***profundidad***	***diagonal***	***profundidad***
200 HV	56	8	98	14	210	30	315	45
500 HV	35	5	63	9	140	20	182	26
800 HV	28	4	49	7	105	15	154	22

Ensayo de dureza de revestimientos

El método UCI también puede utilizarse para comprobar la dureza de los revestimientos. Para evitar cualquier influencia del material de base, la profundidad de penetración del diamante Vickers debe ser como máximo una décima parte del espesor del revestimiento. El diagrama de la Figura 4, antes indicada, puede servir de orientación.

4.5 Normas consideradas

El método UCI está sujeto a diversas normas nacionales e internacionales. Siguiendo estas directrices, puede asegurarse que las mediciones de dureza cumplen las normas reconocidas del sector industrial y, con ello, proporcionan resultados fiables. Las siguientes normas son válidas:

- DIN 50159 Examen de dureza según el método UCI.
- ASTM A1038 Método de ensayo estándar para mediciones «móviles» según el método UCI.

Adicionalmente, se aplican las siguientes normas para la conversión de la dureza a otras escalas:

- ASTM E140 Tablas normalizadas para la conversión de la dureza de los metales entre las escalas Brinell, Vickers, Rockwell, dureza superficial, Knoop, Escleroscopio y Leeb.
- DIN EN ISO 18265 Conversión de las mediciones de dureza.

5 Operación y funcionamiento del aparato

A continuación se describe la construcción y el manejo práctico del durómetro UCI alphaDUR mini II, de modo de facilitar su uso.

5.1 Construcción y conexiones

Figura 5: Conexiones y partes funcionales

Tabla 8: Conexiones y elementos de funcionamiento

No.	***Désignation***	***Description***
1	LED de estado	Se ilumina cuando el alphaDUR mini II está encendido
2	USB-C	Interfase para la carga y transferencia de datos a un PC o a un dispositivo de memoria portátil (pendrive)
3	Enchufe para la sonda UCI	Enchufe de conexión para el cable de la sonda con marcado y bloqueo «push-pull»
4	Pantalla	Pantalla de color con diagonal de 3,5“- cristal líquido
5	Teclado	Teclado para el servicio del aparato
6	Perforación	Para fijar el cordón de seguridad

5.2 Carga, encendido y apagado

Antes de utilizar el aparato por primera vez, conviene cargar la batería contenida en éste, a través de la conexión USB y con ayuda del cargador que se adjunta. Para ello, se usará el cable que acompaña al conjunto. La fuente de poder corresponde con las características eléctricas locales. Si es necesario, se

ayudará con un adaptador específico para cada país. Si el alphaDUR mini II se está cargando cuando permanece apagado, el LED de estado (1) se ilumina con brillo reducido. Durante la carga de batería en pleno funcionamiento, aparecerá un rayo dibujado sobre el símbolo de la batería en la linea de estado.

> *i* Para cargar la batería desde un nivel de 10 a 80 % se requieren unas 4 horas.

> *i* Si el conector se enchufa muy lentamente el proceso de carga se realizará lentamente por simples razones de seguridad. La gestión de energía del instrumento, dentro del límite de tiempo por defecto, no puede identificar el cable USB y el módulo de alimentación como seguros.

En cuanto se enciende el aparato con la tecla «POWER», el LED de estado se ilumina de forma constante y, al cabo de unos instantes, aparece el logotipo de arranque de BAQ. Una vez que el aparato está listo para operar se accede directamente al menú principal (la sonda de medición aún sin conectar) o a la ventana de medición con los últimos ajustes realizados (con la sonda de medición ya conectada).

5.3 Funcionamiento general

Linea de estado

Sobre linea de estado en la parte superior de la pantalla, además de la hora, también se observará el nivel de carga de la batería con los siguientes símbolos:

La batería se está cargando

El nivel de carga es aceptable

Nivel mínimo, se requiere recargar

Ingreso de texto

Las entradas de texto son necesarias cuando se guardan datos de medición, parámetros de medición o designación de materiales. Para ello se abre la ventana de introducción de texto (ver Figura 6).

Figura 6: Ventana para el ingreso de texto

El texto introducido se muestra en el campo superior (denominado campo de texto). Los caracteres a seleccionar aparecen en la tabla inferior. Por debajo de ella aparecen los botones de control con las siguientes funciones:

A/a	cambiar entre mayúsculas y minúsculas,
OK	aceptar y cerrar la ventana de entrada de texto,
⌫	borrar el último carácter ingresado,
Cancel	cerrar la ventana sin aceptar el texto escrito.

Teclas importantes al introducir texto:

DEL:	borrar el último carácter ingresado,
ESC:	cerrar la ventana sin aceptar el texto escrito,
⇥:	cambiar entre el campo de texto, la tabla de símbolos y los botones.

Ingreso de números

Un campo numérico se utiliza para introducir cifras que pueden constar de varios dígitos, modificados por separado. El dígito activo aparece con el cursor resaltado en color. El cursor es movido entre las posiciones utilizando las teclas de cursor adelante o atrás, ◄ y ►. Las cifras serán modificadas con ayuda de las teclas de cursor arriba o abajo, ▲ y ▼. Con ayuda de la tecla de cursor atrás, ◄, se puede crear un dígito adicional para introducir valores numéricos mayores. Como se muestra en la Figura 7, ejemplos de campos de introducción de cifras son las entradas de límite superior, límite inferior y número para la estadística mostradas en el diálogo de parámetros de medición:

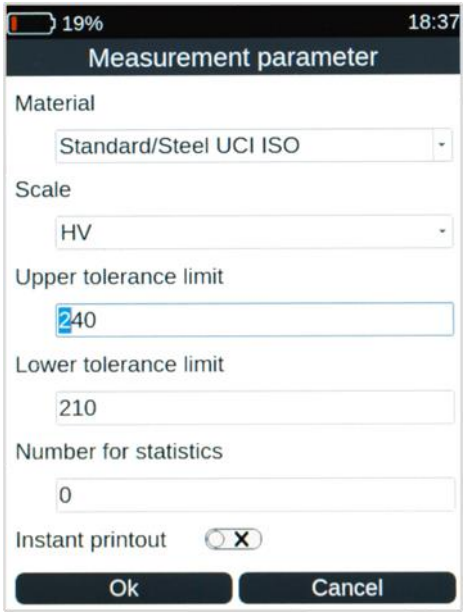


Figura 7: Campos de ingreso de cifras

Teclas importantes al introducir las cifras:

DEL: borrar el último dígito ingresado '-',

⇥: se acepta la entrada y se activa el siguiente campo.

Dialogo de selección

En el alphaDUR mini II hay diálogos de selección, p. ej., si una serie de medidas o una medición en serie debe ser ampliada, eliminada, mostrada o transferida a un dispositivo de memoria USB. La Figura 8 muestra la selección de una serie dentro de una medición en serie (p.e.: Pipeline sector 8 que contiene 6 series de medidas).

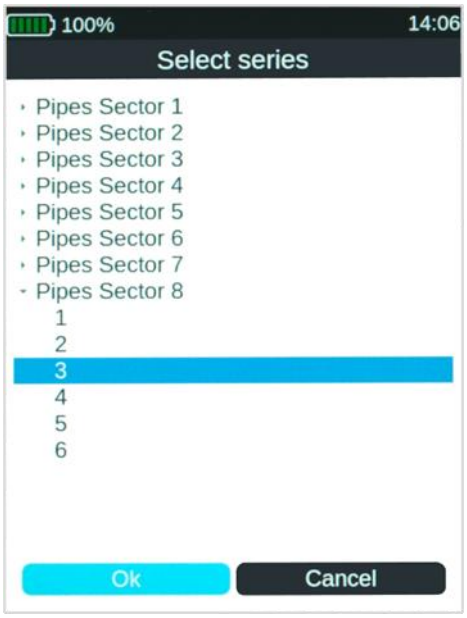


Figura 8: Dialogo de selección

En estos diálogos, primero se selecciona el registro de datos deseado utilizando las teclas de cursor. Para acceder al botón OK se presiona seguidamente la tecla ⏭ y luego se confirma con «ENTER».

5.4 Preparación y ajustes básicos para la medición de dureza con UCI

Conexión de la sonda

Las sondas UCI se conectan al alphaDUR mini II mediante el cable de sonda suministrado. Para evitar errores, el enchufe sólo es posible en una orientación determinada (las marcas rojas del cable y del enchufe deben estar una encima de la otra.). El enchufe dispone de un mecanismo de bloqueo «push-pull», ofreciendo una protección fiable contra vibraciones o tirones de cable. Las sondas permanecen firmemente ligadas durante el funcionamiento. Para soltar la conexión, basta con tirar axialmente del cuerpo exterior de la clavija.

> *i* Las sondas pueden ser conectadas después de encender el aparato. También es posible cambiar de sonda durante el funcionamiento.

Preparación

Antes de la medición propiamente dicha, debe comprobarse el correcto funcionamiento del aparato realizando mediciones sobre un bloque de referencia adecuado (se recomienda una comprobación diaria). También se debe garantizar que la muestra es la adecuada para el ensayo, que se dispone de una calibración de material conveniente y, de ser necesario, que la muestra debe ser preparada de acuerdo con las instrucciones del capítulo 4.3.2.

Configuración de los parámetros de medición

Los parámetros de medición deseados deben ajustarse en función de los requisitos, de forma que la carga de ensayo de la sonda conectada sea reconocida automáticamente. El diálogo de parámetros de medición puede abrirse a través del menú **Measurement parameter / Edit** (Parámetros de medición / Editar) o en la ventana de medición mediante el botón Ajustes. Los parámetros de medición que se muestran en la Figura 9 determinan la medición y serán descritos más adelante:

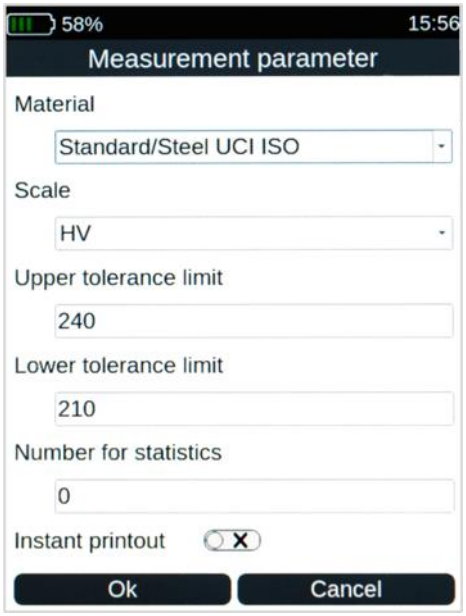


Figura 9: Configuración de los parámetros de medición

Material

Se trata de la calibración del material seleccionado actualmente. Sólo está disponible de fábrica el material estándar/acero, y puede utilizarse para probar materiales con un módulo de elasticidad de 210 ± 10 GPa.

Los materiales que no corresponden a la norma de conversión seleccionada (DIN EN ISO 18265 o ASTM E140) aparecen en gris. Se encontrará más información sobre la calibración de materiales en el capítulo 6. El material puede ser modificado en la ventana de medición mediante la tecla «MAT».

Scale (Escala de dureza)

Se refiere a la escala en la que se muestran las medidas, sirviendo siempre la escala Vickers como escala de referencia. Si se ha seleccionado una escala de dureza diferente, las medidas son convertidas consecuentemente (si es posible). (ver Apéndice 1: Rango de validez para conversión de dureza). La escala de dureza puede ser modificada en la ventana de medición mediante la tecla «SCALE».

> *i* Los valores de dureza que no puedan ser convertidos a la nueva escala de dureza se mostrarán como 0.

Upper/Lower tolerance limit (Límites de evaluación)

Se trata de una función útil para identificar las medidas que se encuentran lejos de los valores deseados, y son ajustables individualmente. Se puede establecer un límite superior y/o inferior. Si se introduce el signo «-» para un valor límite, éste queda sin función.

Si una medida está fuera de los límites establecidos, se resalta en rojo y se escuchará una señal acústica de advertencia (dos tonos cortos). Además, una flecha indica si el valor es demasiado alto o demasiado bajo. En cambio, si la medida está dentro de los límites, se muestra en verde y se escuchará una señal simple. Los límite sólo tienen validez para la escala de dureza en uso. Si se introducen límite para una escala de dureza diferente, los valores introducidos anteriormente serán se sobrescritos.

Number for statistics (Número para estadísticas)

Aquí se puede especificar después de cuántas mediciones (el número «n») debe tener lugar una evaluación estadística. Cuando se alcanza n, se abre automáticamente la ventana de estadística (véase el capítulo 5.5.2). Esta función proporciona información intermedia entre diversas mediciones en serie. Si el valor es 0, la evaluación estadística pierde el sentido.

Instant printout (Impresión del protocolo)

Si se tiene una impresora de protocolos conectada al aparato, aquí se puede activar y desactivar la impresión de protocolo línea por línea de las medidas. Esta función sólo se activa si la impresora está conectada al alphaDUR mini II

i Si la impresión de protocolo está activada no será posible la eliminación de medidas.

Test load (Carga de ensayo)

La carga de ensayo de la sonda es un parámetro de medición que no puede ser ajustado por el usuario, sino que depende sólo de la sonda en uso, propiamente tal. Ésta será reconocida automáticamente por el alphaDUR mini II. La carga de ensayo se podrá leer en la escala Vickers.

i Después de encender el alphaDUR mini II, estarán siempre activos los últimos parámetros de medición utilizados. Los parámetros de medición de material, escala de dureza y límites nominales se pueden configurar directamente en la ventana de medición.

i Para las tareas de medición que se repiten regularmente, es posible guardar y cargar el conjunto de parámetros de medición adecuado (véase el capítulo 5.6).

5.5 La ventana de medición

5.5.1 Generalidades y configuración

Figura 10: Ventana de mediciones

Tabla 9: Ventana de mediciones

Nº	***Designación***	***Descripción***
1	Dureza y escala de dureza	El último resultado de la medición con la correspondiente escala de dureza.
2	Valores límite	Límites de evaluación establecidos por separado.
3	Mediciones	Muestra las últimas cinco mediciones.
4	Estadística	Evaluación estadística de la serie de medidas aún activa con el promedio (Ø), valores mínimo/ máximo (Min/Max), desviación estándar (σ) y la cantidad de medidas realizadas (n) (las medidas eliminadas no se consideran).
5	Material	Calibración del material actualmente en uso (de fábrica sólo está disponible el estándar acero)
6	Nombre y № de la serie de medidas / medición en serie	Nombre de la serie de medidas/medición en serie (si está cargada) y número de la serie dentro de una medición en serie.
7	Nombre del conjunto de parámetros	Nombre de un conjunto de parámetros de medición definidos por el usuario (si es que está cargado).
8	Configuración	Se refiere al ajuste de los parámetros de medición.
9	Guardar	Se guardará la medición en curso.

Para la evaluación inmediata de las medidas, éstas se muestran en el alphaDUR mini II parcialmente en color o se almacenan. Esto es así, tanto en la ventana de mediciones (valor de la dureza e historial de medidas) como en la ventana de estadísticas para el indicador de medidas individuales (véase el capítulo 5.5.2). Los colores tienen los siguientes significados:

Tabla 10: Configuración de colores para las mediciones

Color	***Significado***
Negro	**Medidas sin límites de evaluación definidos**
Verde	**La medida está dentro de los límites de evaluación**
Rojo	**La medida está fuera de los límites de evaluación**
Anaranjado	**La conversión de la dureza arroja un valor que está fuera del rango definido, pero puede ser usado como una aproximación.**
Gris	**Medida eliminada**

Para simplificar el manejo del alphaDUR mini II, se han asignado funciones especiales a las teclas en la ventana de medición, como por ejemplo:

Tecla (TOGGLE):

La llamada tecla TOGGLE se utiliza para navegar entre los elementos de la ventana de medición y cambiar entre las diferentes áreas y campos de entrada. Para hacer esto, primero se debe activar el modo de sucesión simplemente presionando TOGGLE. Con ello se activarán sucesivamente el límite superior, el límite inferior, la configuración y la operación de guardado. El campo activo está codificado por colores para que se puedan realizar ajustes o ejecutar funciones.

i En el modo «Toggle» las teclas SCALE, MAT, DEL y STAT permanecen desactivadas.

Tecla SCALE:

Permite cambiar la escala de dureza utilizada. En la configuración del sistema se puede determinar si la escala debe cambiar automáticamente a la siguiente escala válida o se debe abrir un diálogo para su selección (véase el capítulo 8.3). Todas las medidas registradas hasta el momento, así como las estadísticas correspondientes, si es posible, se convierten automáticamente a la nueva escala de dureza (véase el capítulo 7).

> *i* Los valores de dureza que no se pueden convertir a la nueva escala de dureza se mostrarán como 0.

Tecla MAT:

Permite modificar el material que se está evaluando. En la configuración del sistema se puede determinar si el material a examinar debe cambiar automáticamente al siguiente material válido para la norma de conversión actual o se debe abrir un diálogo para su selección (véase el capítulo 8.3). Si la escala de dureza actualmente seleccionada no está definida para el nuevo material, la escala se restablecerá automáticamente a HV.

> *i* Si se cambia el material, los valores medidos ya registrados se borran automáticamente y se restablecen los valores límite introducidos y el conjunto de parámetros de medición cargado.

Tecla DEL:

Elimina la ultima medición realizada. Sin embargo, ésa se considerará en el historial de medidas y se presentará en color gris. Pulsando nuevamente esta tecla se borrará la penúltima medida, y así sucesivamente.

> *i* Si ya se han eliminado seis o más medidas, también se eliminarán las medidas que ya no se muestran en el historial.

Tecla STAT:

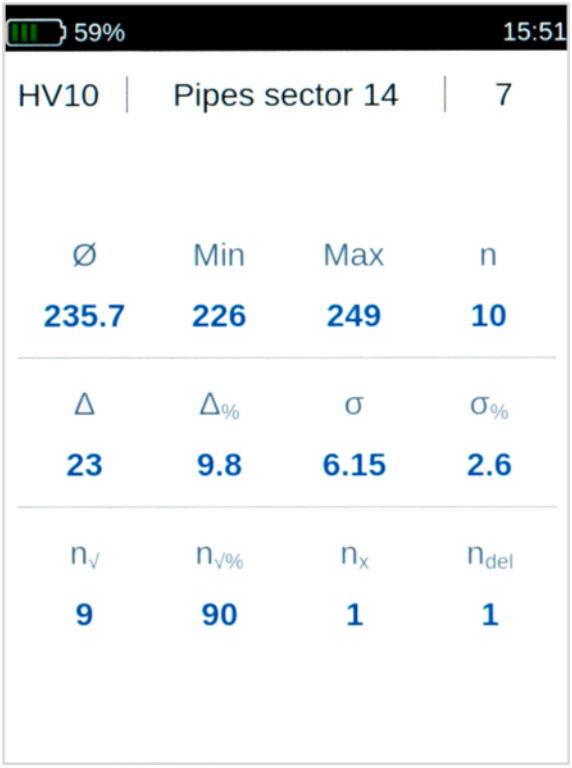
Permite activar la ventana de estadísticas e intercambiar entre ésta y la ventana de medidas individuales (véase el capítulo 5.5.2).

5.5.2 Ventana de estadísticas

La ventana de estadísticas se mostrará tan pronto como:

- se haya alcanzado el número de medidas especificado en los parámetros de medición,
- se haya activado la tecla STAT,
- se haya completado una serie de medidas dentro de una medición en serie,
- se haya accedido a una serie de medidas a través del **Data management / Display series** (Serie de medidas / Ver serie).

En la Figura 11 se puede ver un ejemplo:



Título	Escala de dureza | Nombre de la serie de medidas/medición en serie | № de la serie de medidas dentro de la medición en serie
Ø	Promedio
Min	Valor mínimo
Max	Valor máximo
n	número de medidas consideradas. (las eliminadas no se cuentan)
Δ	diferencia absoluta entre los valores Min y Max
$\Delta_{\%}$	la diferencia relativa al promedio
σ	la desviación estándar
$\sigma_{\%}$	la desviación estándar relativa al promedio
$n_{✓}$	el número de medidas que se encuentran dentro de los límites dados
$n_{✓\%}$	relación porcentual de medidas que se encuentran dentro de los límites dados
n_{x}	relación porcentual de medidas que están fuera de los límites dados
n_{del}:	número de medidas eliminadas.

Figura 11: Ventana de estadísticas

Presionando la tecla STAT con la ventana de estadísticas activa, se cambia a la visualización de las medidas. Cada una de ellas estarán enumeradas y distinguidas con los colores asignados en la Tabla 10. La Figura 12 muestra un ejemplo:

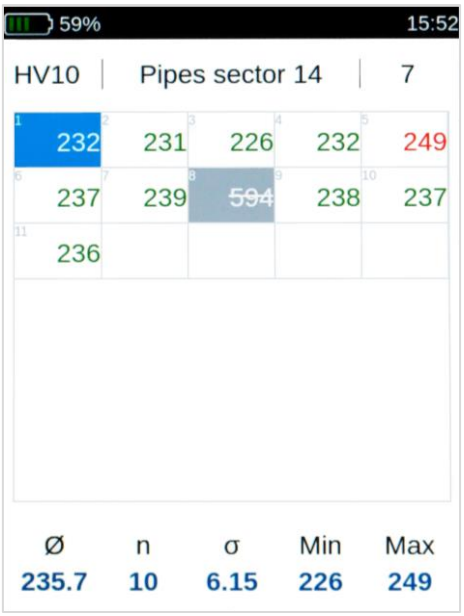


Figura 12: Visualización de las medidas

La medida seleccionada se indica con un fondo de color y se puede ir cambiando entre las medidas con ayuda de las teclas de flecha. La medida seleccionada puede ser eliminada con la tecla DEL y la estadística se ajustará inmediatamente. Si se han eliminado medidas, al cerrar la ventana de estadísticas se preguntará si los cambios deben ser aceptados.

> *i* Con la activación de la impresión de protocolo quedará bloqueada la eliminación de datos. En el caso de seleccionar una serie de medidas, en el menú **Data management / Display series** (*Gestión de datos / Mostrar*), tampoco es posible eliminar medidas.

La ventana de estadísticas se cerrará presionando la tecla ESC. El proceso de medición continuará mientras no se haya alcanzado el número de medidas especificado en la configuración (sea porque la estadística se llamó usando la tecla STAT antes de alcanzar el número de medidas requerido, o porque se eliminó una medida durante la edición).

La configuración de los parámetros de medición (véase capítulo 8.3) permite realizar unas consultas del registro de la memoria cuando se cierra la ventana de medición, y también al salir de la ventana de estadísticas, controlando si está especificado el número de medidas requerido. En este caso, las medidas actuales se guardan como una serie de medidas y se restablece el número especificado para la estadística. Hecho esto se puede continuar con la serie de mediciones aún abierta.

5.6 Gestión del conjunto de parámetros de medición

Los parámetros de medición fueron descritos, en general, en el capítulo 5.4. Los parámetros de medición se pueden guardar bajo un nombre, definido por el usuario. De esta manera, se puede acceder fácilmente a ellos para aplicaciones específicas. Sin embargo, esto sólo es posible si la carga de ensayo está incorporada al conjunto de parámetros ya definido, y coincide con la sonda conectada al alphaDUR mini II.

En un conjunto de parámetros de medición se incluyen:

- el nombre asignado por el usuario,
- la carga de prueba (que coincide con la sonda utilizada),
- el material,
- la escala de dureza,
- el límite inferior y superior del rango de medidas,
- la activación de la impresión de protocolo,
- el numero de medidas que deben considerarse para la evaluación estadística.

Los parámetros de medición actualmente configurados se pueden editar en el menú **Measurement Parameters / Edit** (Parámetros de medición / Editar). Para editar un conjunto de parámetros de medición ya guardado, primero deben ser cargados.

Los parámetros de medición actuales se pueden guardar con un nombre definido en el menú **Measurement Parameters / Save** (Parámetros de medición / Guardar). Después de seleccionar el elemento del menú, se abre una ventana de entrada de texto en la que se puede introducir el nombre. Los conjuntos de parámetros de medición previamente guardados se pueden cargar en el menú **Measurement Parameters / Load** (Parámetros de medición / Cargar). La próxima vez que se abra la ventana de medición, se mostrará el nombre correspondiente del conjunto de parámetros de medición cargado y los parámetros asociados se configurarán automáticamente.

> *i* La norma de conversión cambiará automáticamente en el caso que se realice la carga de un conjunto de parámetros de medición que contenga un material no presente en la norma de conversión actual (DIN EN ISO 18265 o ASTM E140).

Con el menú **Measurement Parameters / Delete** (Parámetros de medición / Eliminar) e puede eliminar un conjunto de parámetros de medición ya guardado.

5.7 Gestión de series de medidas y mediciones en serie

El alphaDUR mini II puede almacenar hasta 1.000.000 de medidas, todas organizadas en series de medidas. La serie de medidas se refiere a una sucesión de varias medidas obtenidas en un mismo ensayo. Varias series de medidas pueden ser obtenidas con el mismo conjunto de parámetros de medición y de todos modos representar mediciones independientes entre sí. Se pueden acumular tanto series de medidas individuales como mediciones en serie. Una medición en serie consiste en un ordenamiento de varias series de medidas asociadas por un concepto entre sí y realizadas con los mismos parámetros de medición.

En la ventana de medición también se pueden efectuar medidas sin crear previamente una serie de medidas o una medición en serie. Si se guardan, por ejemplo, mediante el botón de guardar, puede introducirse una designación libre mediante la introducción de texto. Una vez que se ha completado la entrada de texto, las medidas quedan guardadas como series individuales bajo el nombre escogido (véase el apartado a continuación).

> *i* En una serie de medidas o medición en serie las teclas SCALE y MAT están desactivadas.

5.7.1 Series de medidas individuales

Las series de medidas pueden crearse antes del inicio de las mediciones en el menú **Data management / Start new series** (Gestión de datos / Iniciar nueva serie) a la cual se le asigna el nombre deseado. Una vez completa la entrada (se ha completado la cantidad n de medidas), se abrirá automáticamente la ventana de medición.

> *i* Se utilizan siempre los parámetros de medición actualmente cargados. Si se quiere utilizar un conjunto de parámetros de medición diferente para la serie de medidas recientemente creada, éstos deben ser cargados previamente, ya que los parámetros de medición no pueden modificarse mientras se está generando una nueva serie de medidas.

Cuando se abandona la ventana de mediciones, se consultará si se debe guardar la serie de medidas. Confirmando, las mediciones se guardarán con el nombre asignado previamente.

En el menú **Data management / Continue series** (Gestión de datos / Continuar serie, se puede seleccionar y continuar trabajando una serie de medidas que ha sido guardada previamente. Las medidas registradas posteriormente se añaden a las guardadas anteriormente.

En el menú **Data management / Display series** (Gestión de datos / Ver serie) es posible ver el contenido de una serie de medidas junto con la información estadística (véase el capítulo 5.5.2 sobre la ventana de estadísticas).

Si las series de medidas ya no son necesarias, se pueden eliminar en el menú **Data management / Delete series** (Gestión de datos / Eliminar serie). Esto puede resultar útil para no perder la visión general sobre lo realizado.

5.7.2 Mediciones en serie

Una medición en serie consta de varias series de medidas que tienen el mismo número de medidas. Dentro de una medición en serie, las series se enumeran bajo una designación común. Las mediciones en serie son la herramienta ideal si se deben registrar varias series, por ejemplo al comprobar la calidad de innumerable cantidad de piezas del mismo tipo.

Para realizar una medición en serie, se requiere crear una, con el nombre deseado en el menú **Data management / Start new serial series** (Gestión de datos / Nueva medición en serie). Se introduce el nombre deseado y luego se determina el número de medidas por serie de medidas. Una vez completada la entrada, la ventana de medición se abre automáticamente y se puede iniciar la primera serie. Alcanzado el número especificado de medidas se abre la ventana de estadísticas automáticamente. Si se cierra, se puede comenzar la siguiente serie. El número de series de medidas dentro de una medición en serie no está limitado. El nombre de la medición en serie, el número de la serie de medidas actual y el número de medidas en ésta última se muestran en la ventana de medición.

Las series de medidas completadas de una medición en serie se guardan automáticamente. Al abandonar la ventana de medición, se preguntará si se deben guardar series de medidas incompletas.

> *i* Se utilizan siempre los parámetros de medición actuales. Por lo tanto, si se desea utilizar un conjunto de parámetros de medición determinado para la medición en serie aplicada, este debe cargarse previamente, ya que los parámetros de medición no pueden modificarse mientras se efectúa la medición en serie.

En el menú **Data management / Continue serial series** (Gestión de datos / Continuar medición en serie). se puede seleccionar una medición en serie que haya que continuar procesando. Las medidas registradas con posterioridad se guardan con la fecha y hora actuales y se adjuntan a la medición en serie que se ha cargado. Los parámetros de medición se configuran automáticamente como se estableció en la medición en serie seleccionada. Si es necesario, también se modificará la norma de

conversión seleccionada (ISO o ASTM). Si la última serie de medidas subordinada aún no ha finalizado, se continúa con ésta; en caso contrario, se inicia una nueva serie de medidas.

En el menú **Data management / Display series** (Gestión de datos / Ver serie) es posible ver el contenido de alguna de las series junto con la información estadística (ver capítulo 5.5.2). Junto con ello, no es posible eliminar con posterioridad las medidas de una serie perteneciente a una medición en serie.

Si hay series de medidas que no sean necesarias, ellas se podrán eliminar en el menú **Data management / Delete series** (Gestión de datos / Eliminar serie). Las series de medidas subordinadas que pertenecen a una medición en serie no se pueden eliminar por separado. Siempre se deberá eliminar toda la medición en serie.

5.8 Procedimiento para la medición

Obviamente, las mediciones sólo son posibles con la sonda conectada y la ventana de medición abierta. En mediciones manuales normales, la carga de ensayo de la sonda se aplica manualmente. La sonda debe mantenerse perpendicular a la superficie de la muestra con una desviación máxima permitida respecto de la vertical de 5°. La aplicación manual de la carga de ensayo debe realizarse lenta y uniformemente hasta alcanzar el tope mecánico. Aplicada completamente la carga de ensayo de la sonda, el valor de dureza es determinada por la sonda y se muestra en el alphaDUR mini II. Adicionalmente, una señal acústica indicará que se ha completado la medición. Dado que la dureza se determina poco antes de alcanzar el tope, las vibraciones en el tope mecánico no afectarán el resultado de la medición.

La velocidad de descenso no debiera influye en el resultado de la medición dentro de límites amplios. Pero, si la carga de ensayo se aplica demasiado rápido o la sonda no se retira de la muestra durante un tiempo prolongado, aparece un mensaje de error.

Para un mejor manejo, especialmente de cargas de ensayo grandes, se recomienda el uso de una agarradera de sonda. Ésta protege adicionalmente el conector angular del cable en la parte superior de la sonda (véase Figura 13).

Figura 13: Manija de sonda

Para no dañar el diamante, hay que tener cuidado de apoyar la sonda siempre sin golpes. Luego, la sonda siempre debe levantarse entre una y otra medición para volver a ubicarla en un nuevo punto. La nuez protectora de la sonda no solo sirve como tope, sino que

también protege la varilla UCI contra daños y solo debe retirarse cuando sea estrictamente necesario obtener una medición.

Para el ejercicio de manipulación, se deben utilizar bloques adecuados de comparación, ya que los resultados de la medición pueden verificarse directamente en función del valor de referencia del bloque. Con un poco de práctica se pueden obtener resultados más fiables y reproducibles.

El aspecto decisivo, la colocación vertical de la sonda, puede simplificarse aún más con los accesorios disponibles para este efecto. Para las sondas estándar están disponibles los llamados soportes de apoyo. Estos se atornillan a la sonda en lugar de la nuez protectora y tienen diferentes ajustes para medir muestras planas o cilíndricas. Los soportes de apoyo se encargan de guiar la sonda, garantizando una colocación vertical sobre la muestra (véase Figura 14 izquierda).

Figura 14: Aplicación de un soporte de apoyo (izquierda) trípode para mediciones más precisas (derecha)

La sonda sostenida en un soporte de apoyo, proporciona mayor protección para la punta de diamante Vickers, evitando daños involuntarios. Esto permite que la sonda se coloque de forma estable en la posición deseada sobre la muestra antes de realizar la medición definitiva. Durante la medición, el soporte de apoyo debe ser estabilizado con una de las manos mientras se aplica la carga de ensayo sobre la sonda con la otra.

> *i* Es conveniente lubricar el hilo existente en el soporte de apoyo, con cierta regularidad.

Para facilitar las mediciones frecuentes y sobre todo aplicando una mayor carga de ensayo, se ofrece un soporte (trípode) para mediciones más precisas como alternativa a los soportes de apoyo (véase Figura 14 derecha). Este trípode se encarga de guiar la sonda fijada, garantizando siempre una

aplicación vertical. Con esto se obtienen mediciones más independientes de las variaciones que el operario imprime cuando realiza las mediciones. Sin embargo, debe asegurarse de que la muestra esté correctamente alineada y orientada sobre la placa-base del trípode de medición. Ésta, ofrece una buena superficie para acoplar muestras pequeñas.

> *i* Se puede fijar la sonda en cualquier punto de su longitud. Sin embargo, se recomienda no fijarla hacia el extremo superior, ya que se alcanzaría el momento de torsión máximo al producirse una pequeña inclinación de la muestra, producto de la gran distancia de separación entre el punto de la sujeción y la punta del diamante.

> ! Con La palanca del soporte de medición es posible aplicar grandes fuerzas que pueden superar con creces la carga máxima de ensayo de las sondas de 98 N. Para evitar daños en la sonda, hay que cuidar de no realizar una sobrecarga innecesaria sobre la sonda.

5.9 Protocolo de medición y transferencia de datos

5.9.1 Copiar series en la memoria externa USB

Las series de medidas guardadas en el alphaDUR mini II se pueden copiar a una memoria externa, acoplada al puerto USB. Esto se realiza con el menú **Data management / Copy to USB flash drive** (Gestión de datos / Copiar datos en pendrive). Para ello también se puede utilizar, por ejemplo, el pendrive USB que contiene los manuales digitalizados y se puede conectar al alphaDUR mini II mediante el adaptador USB suministrado (USB A ↔ USB C). En general, la unidad USB utilizada debe estar formateada como FAT32 con MBR incluido.

Los archivos se almacenan en la memoria USB en un archivo con extensión csv (sistema de caracteres UTF8). Todos los programas de procesamiento de textos y hojas de cálculo (por ejemplo, Microsoft Excel) pueden abrir estos archivos. Al importar el archivo csv en una hoja de cálculo hay que tener seleccionado el conjunto de caracteres Unicode UTF8, de lo contrario los caracteres especiales no se mostrarán correctamente. La opción de separación a seleccionar sólo como punto y coma. En caso de evaluaciones recurrentes, se recomienda crear una plantilla para la hoja de cálculo utilizada, de modo que la evaluación incluya un resumen de los resultados y los gráficos se realicen automáticamente al leer el archivo csv.

Si se transfiere una medición en serie, se guardan varios archivos. Por un lado, se crea un gran archivo en el que se resumen todas las series de medidas subordinadas. Además, se crea un subdirectorio

con el nombre de la medición en serie, donde todas las series de medidas subordinadas se almacenan individualmente (mismo formato que las series de mediciones individuales).

> *i* En el pendrive USB que se incluye, se encontrará una plantilla Excel, con la que las medidas pueden ser fácilmente importadas y luego evaluadas.

5.9.2 Formato del archivo csv

Series de medidas individuales y series de medidas pertenecientes a una medición en serie

Version; <(1, 0, 0)>

Probe type;<descripción del tipo>

Name;<nombre del archivo>

Test load;<p.e. 49>

Lower tolerance limit;<p.e. 0>

Upper tolerance limit;<p.e. 0>

Material section;<p.e. Standard>

Material name;<p.e. Steel UCI ISO>

Conversion standard; <p.e. DIN_ISO_18265_A1>

Hardness scale;<p.e. HV>

Number of readings;<p.e. 5>

Mean value;<p.e. 321.6>

Minimum;<p.e. 312>

Maximum;<p.e. 334>

Standard deviation;<p.e. 10.1>

rel. Standard dev. %;<p.e. 3.15>

Value /<escala de dureza>;Year;Month;Day;Hour;Minute;Deleted

312;2024;4;23;10;51; <lectura1>

…. <más lecturas>

320;2024;4;23;10;51; <lectura n>

Resumen de una medición en serie

Version; <(1, 0, 0)>

Probe type;<descripción del tipo>

Name;<nombre del archivo>

Test load;<p.e. 30>

Lower tolerance limit;<p.e. 0>

Upper tolerance limit;<p.e. 0>

Material section;<p.e. Standard>

Material name;<p.e. Steel UCI ISO>

Conversion standard; <e.g. DIN_ISO_18265_A1>

Hardness scale;<p.e. HV>

Number of series;<p.e. 25>

Number of readings series;<p.e. 5>

Series name;<nombre de la serie subordinada: 1>

Number of readings;<p.e. 5>

Mean value;<p.e. 321.6>

Minimum;<p.e. 312>

Maximum;<p.e. 334>

Standard deviation;<p.e. 10.1>

rel. Standard dev. %;<p.e. 3.15>

Value /<escala de dureza>;Year;Month;Day;Hour;Minute;Deleted

312;2024;4;23;10;51; <lectura 1>

…. <otras lecturas>

320;2024;4;23;10;51; <lectura n>

Series name;<nombre de la serie subordinada: 2>

Number of readings;<p.e. 5>

Mean value;<e.g. 321.6>

Minimum;<e.g. 312>

Maximum;<e.g. 334>

Standard deviation;<p.e. 10.1>

rel. Standard dev. %;<p.e. 3.15>

Value /<escala de dureza>;Year;Month;Day;Hour;Minute;Deleted

312;2024;4;23;10;51; <lectura 1>

…. <otras lecturas>

320;2024;4;23;10;51; <lectura n>

…. <más series subordinadas>

…. <más series subordinadas>

Series name;<nombre de la serie subordinada: m>

Number of readings;<p.e. 5>

Mean value;<p.e. 321.6>

Minimum;<p.e. 312>

Maximum;<p.e. 334>

Standard deviation;<p.e. 10.1>

rel. Standard dev. %;<p.e. 3.15>

Value /<escala de dureza>;Year;Month;Day;Hour;Minute;Deleted

312;2024;4;23;10;51; <lectura 1>

…. <otras lecturas>

320;2024;4;23;10;51; <lectura n>

i Las series de medidas incompletas pertenecientes a una medición en serie no serán transferidas en el archivo.

6 Calibración de materiales

Como se describe en el capítulo 4.1, sobre el método UCI, la variación de frecuencia en la varilla oscilante que se utiliza en el procedimiento UCI para calcular los valores de dureza depende, entre otras cosas, del módulo de elasticidad de la muestra. Considerando esto, el alphaDUR mini II debe estar calibrado para cada material cuya dureza se va a medir. El instrumento contiene dos calibraciones de material: para acero de baja aleación con un módulo de carga de 210 10 GPa, que no pueden ser modificadas ni eliminadas. Estos dos materiales difieren sólo en la tabla de conversión utilizada. Las medidas de acero DIN serán convertido según la tabla A1 de la norma EN ISO 18265, para las de acero ASTM se utilizan las tablas 1 y 2 de la norma ASTM E140. Para medidas con materiales con un módulo de elasticidad diferente, se debe realizar una calibración adicional con el material requerido y que será almacenada permanentemente en el alphaDUR mini II.

Para realizar una calibración, se necesita una muestra de referencia del material cuya dureza debe ser conocida con certeza. La dureza puede ser determinada, por ejemplo, con una máquina de ensayos estacionaria. Si no es posible, nuestro equipo de asistencia técnica está dispuesto para atender sus necesidades. Nuestra dirección de contacto es service@baq.de.

La muestra de referencia deberá cumplir los siguientes requisitos:

- muestra debe tener unas dimensiones suficientes, especialmente en cuanto al espesor. Los requisitos para los bloques de referencia de acero según la norma DIN 50159-2 (diámetro > 50 mm; espesor de la muestra > 15 mm) sirven como valor indicativo.
- La superficie de la muestra debe estar finamente pulida (ver valores de rugosidad Tabla 6). Las rugosidades mayores aumentan la dispersión de las medidas de calibración y dan lugar a una calibración imprecisa del material.
- Distribución homogénea de la dureza de la muestra, lo que implica que las variaciones en el valor de dureza se reflejen en la calibración y pueden dar lugar a una calibración imprecisa del material.

Con ayuda del menú **Material Calibration / Calibration** (Calibración de material / Calibración), se determina un valor de calibración con ayuda de la muestra de referencia de dureza conocida. Para ello, primero hay que ajustar los cuatro parámetros de calibración:

- Primero se elige el **Material Type** (tipo de material) para la conversión. Si no se selecciona ningún tipo de material, las medidas obtenidas con este material no pueden convertirse posteriormente en una escala diferente a HV.
- Seleccione la **Hardness Scale** (escala de dureza) con la que se realizará la calibración. Esta es la escala utilizada en las mediciones realizadas con la muestra de referencia.
- Después se introduce la **Reference Hardness** (dureza de referencia), es decir, la dureza de la muestra de referencia medida con la máquina de ensayo estacionario.
- El **Number of Measurements** (número de medidas) permite ajustar cuántas medidas se toman durante la calibración. En los casos en que se esperan grandes desviaciones entre los valores, por ejemplo, con una superficie rugosa de la muestra de referencia, deben realizarse muchas mediciones. Un valor predeterminado es de 5 mediciones.

Si todos los parámetros están configurados correctamente, se puede navegar con la tecla Toggle hasta el «Inicio». La calibración comienza pulsando la tecla ENTER. Al final de cada medición se escuchará una señal acústica, manteniendo la sonda lo más vertical posible y bajando de forma suave y uniforme. Después de que se hayan tomado todas las mediciones de la calibración, se mostrarán las desviaciones estándar absoluta y relativa correspondiente a ellas (véase Figura 15).

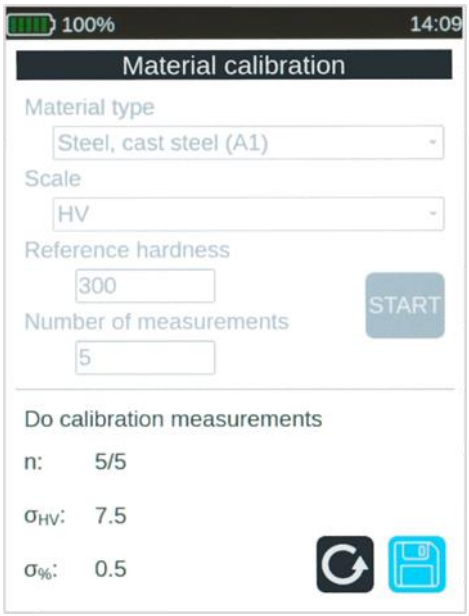


Figura 15: Calibración de materiales

Si la desviación estándar es demasiado grande, es posible repetir con ayuda del botón . Si la calibración es satisfactoria, se puede guardar con el botón de registrar.

> *i* Las desviación estándar de las mediciones de calibración dependen principalmente de la muestra y del posicionamiento de la sonda (vertical y sin vibraciones). Si una muestra de referencia presenta repetidamente desviaciones estándar muy grandes, asegúrese de que la muestra cumple los requisitos (dimensiones; rugosidad superficial adecuada; homogeneidad) y se haga un control de funcionamiento de la sonda (véase el capítulo 4.3).

En el diálogo de almacenamiento de calibración de material, se confirma antes si se debe crear un nuevo material o sobrescribir uno existente. Si desea reemplazar una calibración de material existente, primero debe seleccionar ésta en la lista desplegable. El tipo de material asignado se carga automáticamente si está disponible y no es posible editar. Con la tecla OK se sobrescribe el material seleccionado.

Si se crea un nuevo material, este puede asociarse posteriormente a un tipo determinado. Para ello se presentan tres opciones:

- El material no debe estar asignado a **No section** (ningún tipo de material). En este caso, después de pulsar el botón OK sólo es necesario introducir el nombre para la calibración del material que se acaba de realizar.
- El material se asigna a un **Present section** (tipo de materiales ya existente), y que debe ser seleccionado en la lista desplegable correspondiente. En este caso, después de pulsar el botón OK, sólo es necesario introducir el nombre del material que se ha calibrado.
- El material debe asignarse a un **New section** (nuevo tipo de materiales). En este caso, después de pulsar el botón OK, se debe introducir primero el nombre y luego el nombre de la calibración de material que acaba de realizarse.

La nueva calibración se transfiere directamente al conjunto de parámetros de medición activo, está disponible desde ahora en el menú **Measurement Parameter / Edit / Material** (Parámetros de medición / Editar/ Material) y puede utilizarse para mediciones en piezas del material asociado a esa calibración.

> *i* La reunión de materiales en grupos permite una clasificación estructurada de muchas calibraciones almacenadas, por ejemplo, en materiales ferrosos y aleaciones de aluminio.

En la opción de menú **Material calibration** (Calibración de materiales), las calibraciones almacenadas pueden ser eliminadas (**Delete**) (Eliminar), transferidas a un dispositivo de memoria USB (**Save to USB flash drive**) (Exportar a pendrive) o recuperada desde el mismo u otro dispositivo de memoria USB (**Import from USB flash drive**) (Importar desde pendrive). También es posible ver los parámetros de una calibración de material (**Show parameter**) (Ver parámetros).

> *i* Al transferir calibraciones de material entre el alphaDUR mini II y una memoria USB, los datos se fusionan. Si hay calibraciones con la misma designación en ambos soportes, se adopta la calibración de material del soporte desde el que se origina la transferencia.

En **Material calibration / Conversion standard** (Calibración de materiales / Norma de conversión), se puede seleccionar la norma según la cual se debe realizar la conversión de las medidas de dureza realizadas. La elección está entre DIN EN ISO 18265 y ASTM E140.

7 Conversión de medidas de dureza

El alphaDUR mini II permite convertir medidas de dureza de una escala a otra. En la ventana de medición, se puede cambiar fácilmente la escala con la tecla SCALE y con ello, ver los resultados de la conversión.

Para la conversión, el alphaDUR mini II tiene almacenado los algoritmos de conversión asociados a las normas de conversión actuales: ASTM E140 y EN ISO 18265. Éstas se pueden seleccionar en el menú **Material Calibration / Conversion standard** (Calibración de materiales / Norma de conversión). No es posible realizar una conversión que no esté incluida en estas normas.

La conversión de dureza está siempre asociada a mediciones del tipo HV(UCI). Ëstas serán determinadas por el alphaDUR mini II independientemente de la escala de dureza actualmente configurada. Por ello, es posible que una lectura pueda ser convertida en alguna escala de dureza y no en otras. Si no se puede convertir el valor en una escala, aparecerá el mensaje "El valor de dureza está fuera del rango de conversión". En este sentido, se deben tener en cuenta los rangos de validez para la conversión (véase Apéndice 1: Rango de validez para conversión de dureza).

En las normas ya mencionadas se indican, a veces, valores que están fuera del alcance de los métodos normalizados de ensayo de dureza, pero pueden utilizarse como valores aproximados. En el alphaDUR mini II, estos valores aproximados se incluyen en la conversión y se muestran en color naranja en la pantalla.

Hay que tener en cuenta que no existe una relación de conversión con validez general al momento de aplicar las conversiones. Las conversiones sólo deben utilizarse dentro de un grupo de materiales. También en este caso, el usuario debe estar consciente de la influencia de los diferentes cuerpos de penetrantes y cargas de ensayo de los distintos métodos de medición. Las indicaciones dadas en las normas sobre la aplicabilidad, la exactitud y el problema de la conversión de los valores de dureza deben ser tomadas siempre en cuenta. Antes de aplicar una conversión, es necesario comprobar cuidadosamente si se cumplen todas las condiciones para ello.

8 Configuración de sistema

El alphaDUR mini II se ha suministrado con ajustes predeterminados. Las explicaciones detalladas de las opciones de personalización se describen en los siguientes apartados.

8.1 Idioma

En el menú **System / Language** (Sistema / Idioma) se puede cambiar entre los idiomas disponibles. Para ello se selecciona el idioma deseado en el diálogo de selección y se confirma pulsando la tecla ENTER.

8.2 Fecha y hora

Le menu **System / Set Date and Time** (Sistema / Fecha y hora), la hora y la fecha se pueden ajustar manualmente. El formato de fecha se establece en la sección de configuración (véase más abajo el capítulo 8.3).

> *i* En algunos casos, puede tardar entre 1 y 2 minutos hasta que la modificación de la hora se active y aparezca.

8.3 Configuración

Debido a la gran cantidad de opciones de configuración, estas se dividen en **User configuration** (configuración de usuario) y **Device configuration** (configuración del dispositivo). Ambas configuraciones se encuentran en el menú **System** (Sistema).

User configuration (Configuración del usuario)

Se refiere a los ajustes que afectan, entre otros, el manejo y procedimientos de uso del alphaDUR mini II, tales como:

Tecla SCALE:

Se puede definir la función de la tecla SCALE en la ventana de medición. Primera opción: permite cambiar de una escala de conversión a la **Next Scale** (Escala siguiente – escala de dureza cambia automáticamente). Segunda opción: **Open Dialog** (Abrir diálogo – cuando se presiona la tecla SCALE en el que se confirma la selección de escala deseada).

Tecla MAT:

Se puede definir la función de la tecla MAT en la ventana de medición. Primera opción: permite cambiar de un material al **Next Material** (Material siguiente – el material cambia automáticamente al pulsar la tecla). Segunda opción: **Open Dialog** (Abrir diálogo – al presionar la tecla, se abre un diálogo para confirmar la selección).

Tensile Strength unit (Unidades para la resistencia a la tracción)

Se puede establecer las unidades a mostrar: MPa (Megapascal) ó N/mm² (Newton por milímetros cuadrados).

Query: save series on close (Consulta de guardar las series)

Permite establecer que saliendo de la ventana de medición se debe consultar si las medidas deben guardarse como una nueva serie. Esta consulta se puede activar o desactivar mediante ENTER, así como con las teclas de flecha ◄ y ►.

Query: save series if n is defined (Consulta de guardar las series – n ya está definido)

Para mediciones en curso con una cantidad de medidas, n, ya definida para realizar la estadística se puede configurar que, abandonada la ventana de estadísticas (alcanzada la cantidad n) y apareciendo el diálogo de consulta, si las medidas realizadas deben ser almacenadas como una nueva serie. La consulta puede ser activada/desactivada usando la tecla ENTER y las teclas de flecha ◄ y ►.

Query: print series on close (Consulta de imprimir)

Se establece si al cerrar la ventana de estadísticas, en caso de que la configuración de estadísticas esté activada "Número para estadística", se debe preguntar si las mediciones deben ser impresas.

Device configuration (Configuración del dispositivo)

Date Format (Formato de fecha)

Los siguientes formatos en que se ingresará y/o se mostrará la fecha son posibles:

DD.MM.YYYY	donde	DD: día	MM: mes	YYYY: año
MM/DD/YYYY	donde	MM: mes	DD: día	YYYY: año
YYYY-MM-DD	donde	YYYY: año	MM: mes	DD: día

8.4 Configuración de fábrica

Con el menú **System / Factory Settings** (Sistema / Configuración de fábrica) l alphaDUR mini II regresará a los ajustes originales.

> ! Esta acción no regresiva. Los datos registrados son eliminados de forma irreversible.

8.5 Información del sistema

Con el menú **System / About** (Sistema / Información del sistema) se puede acceder a la caracterización del software presente (el número de versión correspondiente) y, si la sonda aún está conectada, el tipo de sonda, su número de serie, su versión de software y el número de medidas obtenidas con ella.

9 Resolución de problemas

A pesar de que el alphaDUR mini II, junto con las sondas de prueba UCI, es un instrumento de medición muy robusto, siempre pueden producirse errores. Las recomendaciones en cada situación se describen a continuación.

Mediciones incorrectas

A pesar de una correcta realización de las mediciones (véase el capítulo 5.8) se obtienen medidas erróneas habría que realizar un control del funcionamiento del aparato según lo explicado en el capítulo 4.3.4. Observar que el diamante de la sonda aún está intacto. Si es así, sería necesario controlar las mediciones con ayuda de un bloque de referencia adecuado. Al respecto, considérese las indicaciones del manual de instrucciones. Debe verificarse que la muestra es realmente adecuada para el ensayo de dureza, según el método UCI (véase el capítulo 4.3.2).

> *i* Si el aparato sigue entregando valores de dureza incorrectos después o durante la comprobación, se recomienda enviarlo a nuestro servicio técnico BAQ o a un centro autorizado para su mantenimiento y calibración.

No hay conexión entre el alphaDUR mini II y la sonda UCI

Si se observa el error « 2-24 No probe connected. » (La sonda no está conectada), a pesar de haber conectado la sonda al aparato, quiere decir que hay un error de comunicación en el puerto CAN. Esto puede deberse a problemas en el alphaDUR mini II, el cable de la sonda o la sonda misma. En este caso, hay que controlar todos los conectores, el cable de la sonda y los pines de los conectores y enchufes para detectar posibles daños.

El alphaDUR mini II no muestra indicio alguno de funcionamiento

En el caso improbable de que el alphaDUR mini II no responda al accionamiento de las teclas y no sea posible realizar mediciones, se puede ejecutar un reinicio. Manteniendo pulsada la tecla POWER durante aproximadamente 8 segundos para que el aparato se apague automáticamente y vuelva a partir.

Mensajes de error

Todos los mensajes de error tienen un número y un texto. Las instrucciones en pantalla deben ser seguidas y respetadas. Hay algunos mensajes que indican que el sistema tiene un error que no puede ser solucionado por el cliente, entre los que se cuentan:

Tabla 11: Mensajes de error

Mensajes	***Posible causa***
« 2-11: Probe error: Timeout Frequency Measurement. » (Error en la sonda: timeout para medición de frecuencia.)	La placa del hardware está defectuosa y debe ser reemplazada.
« 2-13: Probe error: zero frequency differs too much from reference value. » sin que el diamante esté posicionado (Error en la sonda: la frecuencia origen se desvía bastante del valor esperado)	La frecuencia origen del sistema UCI ha cambiado demasiado en comparación con el valor almacenado en la sonda.
« 2-16: Probe error: Frequency difference is below zero. » (Error en la sonda: la diferencia de frecuencias es negativa)	El sistema UCI oscila a una frecuencia errónea y debe ser reemplazado (p.e. debido a los contactos piezoeléctricos defectuosos).
« 2-18: Probe error: Please rise the probe. » Error en la sonda: por favor levantar la sonda. (permanente, sin que se apoye el diamante)	La curva característica se ha desplazado y debe ser ajustada nuevamente.

i Si apareciera alguno de los mensajes enumerados en la Tabla, el alphaDUR mini II y la sonda UCI tendrían que ser revisado por el servicio técnico BAQ u otro autorizado.

i Otro mensaje no descrito en la tabla, que impida trabajar con el alphaDUR mini II, por favor póngase en contacto con el service@baq.de, o servicio autorizado, y envíe el aparato junto a la sonda UCI para su revisión.

Archivo Error-Log (protocolo de error)

El alphaDUR mini II registra automáticamente los errores críticos del sistema y los almacena en un archivo de registro de errores. Estos errores también pueden ocurrir en el interior del dispositivo, y que no se muestran en la pantalla. El archivo de registro de errores es solo para la resolución de problemas por parte del servicio BAQ. Para enviar el archivo al servicio BAQ, es necesario extraerlo en un dispositivo de memoria USB con ayuda del menú **System / Copy error log to USB** (Sistema / Copiar protocolo de errores) y enviarlo por correo electrónico a service@baq.de.

10 Mantenimiento y asistencia

El mantenimiento y cuidado regulares del alphaDUR mini II y de las sondas UCI contribuyen a un funcionamiento perfecto durante años. Para garantizar mediciones fiables y reproducibles en todo el rango de mediciones, el equipo debe ser calibrado anualmente por el servicio técnico BAQ u otro servicio autorizado. Las normas correspondientes proporcionan indicaciones precisas sobre el intervalo de servicio recomendado.

Limpieza

Tanto el alphaDUR mini II como las sondas UCI, el cable de conexión y los demás accesorios deben limpiarse periódicamente. Para ello, basta un paño embebido en alcohol, por ejemplo, isopropílico. En cuanto a las sondas, también se puede retirar la nuez protectora para eliminar impurezas adheridas a la varilla UCI. Los enchufes y las tomas se pueden limpiar con un cepillo limpio y seco.

> ! Para la limpieza se recomienda no utilizar objetos afilados, productos químicos agresivos o abrasivos.

Almacenamiento y transporte

Se recomienda almacenar el alphaDUR mini II y los accesorios en la maleta de transporte suministrada, en un ambiente seco y libre de polvo. Todos los componentes estarán protegidos de forma óptima gracias a los moldes de la funda. Por ello la maleta debería estar disponible para envíos al servicio técnico.

Actualizaciones

Durante el ciclo de vida del producto, se actualizarán continuamente los programas para el alphaDUR mini II. Para instalar una actualización de software, se debe insertar un pendrive USB con la nueva versión en el puerto USB (si es necesario, utilizando el adaptador USB A ↔ USB C incluido). Luego se accederá a la actualización con el menú **System / Software update** (Sistema / Actualizar software). Las indicaciones que aparecen en la pantalla orientarán el procedimiento.

Desechos

El alphaDUR mini II no puede ser eliminado junto con los residuos domésticos, comerciales o industriales. Consulte los métodos de eliminación de desechos local o póngase en contacto con nosotros para informarse sobre la eliminación adecuada de los dispositivos electrónicos.

11 Apéndice 1: Rango de validez para conversión de dureza

DIN EN ISO 18265 - febrero. 2014

Las tablas de la norma DIN EN ISO 18265 - Feb.2014 utilizadas en el alphaDUR mini II para la conversión son válidas para los siguientes materiales y escalas de dureza:

Material	*de*				*hasta*			
Steel, cast steel (A1) *(Aceros sin o con bajo grado de aleación y fundiciones)*	**80**	HV	**76**	HB	**650**	HV	**618**	HB
	240	HV	**20,3**	HRC	**940**	HV	**68,0**	HRC
	85	HV	**41,0**	HRB	**290**	HV	**105,0**	HRB
	80	HV	**255**	MPa	**650**	HV	**2180**	MPa
	90	HV	**82,6**	HRF	**250**	HV	**115,1**	HRF
	240	HV	**60,7**	HRA	**940**	HV	**85,6**	HRA
	240	HV	**40,3**	HRD	**940**	HV	**76,9**	HRD
	240	HV	**19,9**	HR45N	**940**	HV	**75,4**	HR45N
Tempering steel, tempered (B2) *(Aceros de aleación bonificados)*	**210**	HV	**205**	HB	**650**	HV	**632**	HB
	210	HV	**15,3**	HRC	**650**	HV	**57,5**	HRC
	210	HV	**94,8**	HRB	**410**	HV	**113,6**	HRB
	210	HV	**651**	MPa	**470**	HV	**1460**	MPa
	210	HV	**110,4**	HRF	**410**	HV	**121,5**	HRF
	210	HV	**57,2**	HRA	**650**	HV	**79,9**	HRA
	210	HV	**13,4**	HR45N	**650**	HV	**62,8**	HR45N
Tempering steel, annealed (B3) *(Aceros de aleación sin tratamiento, recocido blando o recocido normalizado)*	**150**	HV	**152**	HB	**320**	HV	**316**	HB
	160	HV	**1,0**	HRC	**320**	HV	**33,6**	HRC
	150	HV	**81,0**	HRB	**320**	HV	**108,9**	HRB
	140	HV	**460**	MPa	**240**	HV	**826**	MPa
	150	HV	**102,5**	HRF	**320**	HV	**118,4**	HRF
	150	HV	**48,4**	HRA	**320**	HV	**67,2**	HRA
	170	HV	**0,8**	HR45N	**320**	HV	**35,0**	HR45N
Tempering steel, hardened (B4) *(Aceros de aleación endurecidos)*	**580**	HV	**572**	HB	**720**	HV	**677**	HB
	580	HV	**54,0**	HRC	**720**	HV	**60,1**	HRC
	580	HV	**78,1**	HRA	**720**	HV	**81,7**	HRA
	580	HV	**59,5**	HR45N	**720**	HV	**66,4**	HR45N

Material	*de*				*hasta*			
Cold work tool steel (C2) *(Aceros de trabajo en frío)*	**210**	HV	**205**	HB	**620**	HV	**600**	HB
	220	HV	**18,8**	HRC	**840**	HV	**65,8**	HRC
	210	HV	**95,6**	HRB	**340**	HV	**109,5**	HRB
	210	HV	**110,7**	HRF	**340**	HV	**118,6**	HRF
	220	HV	**59,4**	HRA	**840**	HV	**84,5**	HRA
	220	HV	**16,4**	HR45N	**840**	HV	**72,4**	HR45N
High speed steel (D2/4) *(Aceros de trabajo rápido)*	**589**	HV	**54,2**	HRC	**935**	HV	**67,6**	HRC
	589	HV	**77,9**	HRA	**935**	HV	**85,5**	HRA
	589	HV	**58,8**	HR45N	**935**	HV	**74,2**	HR45N
Hard metal (E2) *(Metales duros)*	**780**	HV	**82,5**	HRA	**1760**	HV	**93,2**	HRA
Nickel and High-Nickel Alloys (F1) *(Níquel y aleaciones con alto porcentaje de níquel)*	**77**	HV	**77**	HB	**513**	HV	**479**	HB
	164	HV	**2,0**	HRC	**513**	HV	**50,0**	HRC
	77	HV	**30,0**	HRB	**309**	HV	**106**	HRB
	119	HV	**136**	HK	**382**	HV	**436**	HK
	77	HV	**73,0**	HRF	**309**	HV	**116,5**	HRF
	112	HV	**39,0**	HRA	**513**	HV	**75,5**	HRA
	112	HV	**8,0**	HRD	**513**	HV	**63,0**	HRD
	171	HV	**2,0**	HR45N	**513**	HV	**54,5**	HR45N
	77	HV	**70,0**	HRE	**188**	HV	**108,5**	HRE
Cartridge Brass (F2) *(Bronce para cartuchos)*	**45**	HV	**42**	HB	**196**	HV	**169**	HB
	60	HV	**10,0**	HRB	**196**	HV	**93,5**	HRB
	45	HV	**40,0**	HRF	**196**	HV	**110,0**	HRF
Copper (F3) *(Cobre, excepto cobre laminado)*	**40**	HV	**42,8**	HK 0.5	**130**	HV	**133,8**	HK 0.5
	40	HV	**40,2**	HK 1	**130**	HV	**138,7**	HK 1
Wrought Aluminum Products (F4) *(Aluminio maleable)*	**44**	HV	**40**	HB	**189**	HV	**160**	HB
	80	HV	**28,0**	HRB	**189**	HV	**91,0**	HRB
	44	HV	**46,0**	HRE	**135**	HV	**101,0**	HRE
Aluminum and aluminum alloys (F5) *(Aluminio y sus aleaciones)*	**18**	HV	**17,1**	HB	**210**	HV	**199,5**	HB
	80	HV	**31,9**	HRB	**210**	HV	**95,7**	HRB

Material	*de*				*hasta*			
Tool steel 1.1243 (G1) *(Acero para herramientas 1.1243)*	**305**	HV	**297**	HB	**474**	HV	**474**	HB
	305	HV	**31,2**	HRC	**474**	HV	**48,0**	HRC
	305	HV	**950**	MPa	**474**	HV	**1550**	MPa
	305	HV	**65,9**	HRA	**474**	HV	**74,9**	HRA
Tool steel 1.2714 (G2) *(Acero para herramientas 1.2714)*	**280**	HV	**279**	HB	**424**	HV	**419**	HB
	280	HV	**27,7**	HRC	**424**	HV	**43,1**	HRC
	280	HV	**880**	MPa	**424**	HV	**1370**	MPa
	280	HV	**62,9**	HRA	**424**	HV	**72,3**	HRA

ASTM E140 - 12b (2019)

Las tablas de conversión incorporadas al alphaDUR mini II y asociadas a ASTM E140 - 12b (2019) se refieren a los siguientes materiales y escalas de dureza:

Material	*de*				*hasta*			
Non-Austenitic Steels (1/2) *(Acero no austenítico)*	**100**	HV	**100**	HB	**832**	HV	**739**	HB
	238	HV	**20,0**	HRC	**940**	HV	**68,0**	HRC
	100	HV	**55,0**	HRB	**234**	HV	**99,0**	HRB
	100	HV	**112**	HK	**940**	HV	**920**	HK
	100	HV	**88,2**	HRF	**137**	HV	**99,6**	HRF
	100	HV	**37,2**	HRA	**940**	HV	**85,6**	HRA
	238	HV	**40,1**	HRD	**940**	HV	**76,9**	HRD
	238	HV	**19,6**	HR45N	**940**	HV	**75,4**	HR45N
Nickel and High-Nickel Alloys (3) *(Níquel y sus aleaciones con alto porcentaje de níquel)*	**77**	HV	**77**	HB	**513**	HV	**479**	HB
	164	HV	**2,0**	HRC	**513**	HV	**50,0**	HRC
	77	HV	**30,0**	HRB	**309**	HV	**106**	HRB
	119	HV	**136**	HK	**382**	HV	**436**	HK
	77	HV	**73,0**	HRF	**309**	HV	**116,5**	HRF
	112	HV	**39,0**	HRA	**513**	HV	**75,5**	HRA
	112	HV	**8,0**	HRD	**513**	HV	**63,0**	HRD
	171	HV	**2,0**	HR45N	**513**	HV	**54,5**	HR45N
	77	HV	**70,0**	HRE	**188**	HV	**108,5**	HRE
Cartridge Brass (4) *(Bronce para cartucho)*	**45**	HV	**42**	HB	**196**	HV	**169**	HB
	60	HV	**10,0**	HRB	**196**	HV	**93,5**	HRB
	45	HV	**40,0**	HRF	**196**	HV	**110,0**	HRF
Copper (7) *(Cobre, excepto cobre laminado)*	**40**	HV	**42,8**	HK 0.5	**130**	HV	**133,8**	HK 0.5
	40	HV	**40,2**	HK 1	**130**	HV	**138,7**	HK 1
Alloyed White Irons (8) *(Hierro fundido y sus aleaciones)*	**380**	HV	**357**	HB	**1000**	HV	**903**	HB
	380	HV	**35,0**	HRC	**1000**	HV	**70,0**	HRC
Wrought Aluminum Products (9) *(Aluminio maleable)*	**44**	HV	**40**	HB	**189**	HV	**160**	HB
	80	HV	**28,0**	HRB	**189**	HV	**91,0**	HRB
	44	HV	**46,0**	HRE	**135**	HV	**101,0**	HRE

12 Apéndice 2: Información para pedidos extras

Aparato y accesorios

Número de artículo	*Descripción*
14-102	Durómetro alphaDUR mini II, aparato básico sin sonda. Incluye cargador/adaptador de corriente, cable de conexión para sonda y documentación dentro de un maletín
14-140	Bolsa de transporte con correa
11-151	Impresora térmica movible para conexión directa al alphaDUR mini II
14-173	cargador/adaptador de corriente incluye cable USB
14-173-UK	Adaptador para el cargador (para el Reino unido, es el tipo G)
14-173-US	Adaptador para el cargador (US/CA, es el tipo A)

Sonda y sus accesorios

Número de artículo	*Descripción*
14-121	Sonda para cargas de ensayo de 3 N (HV0.3)
14-122	Sonda para cargas de ensayo de 10 N (HV1)
14-123	Sonda para cargas de ensayo de 20 N (HV2)
14-124	Sonda para cargas de ensayo de 30 N (HV3)
14-125	Sonda para cargas de ensayo de 49 N (HV5)
14-126	Sonda para cargas de ensayo de 98 N (HV10)
14-129A	Sonda especial SL para mediciones al interior de perforados y engranajes (base de los dientes),disponible para todas las cargas Diámetro del eje: 5 mm / largo: 18 mm
14-129B	onda especial SL para mediciones al interior de perforados y engranajes (base de los dientes),disponible para todas las cargas Diámetro del eje: 5 mm / largo: 34 mm
11-130	Trípode para mediciones precisas

Sonda y sus accesorios

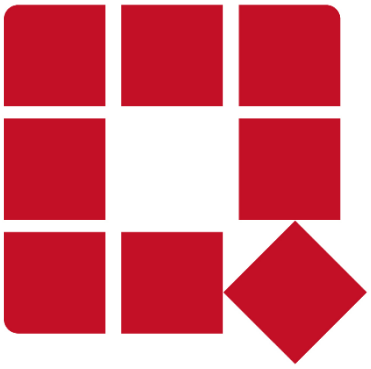
Número de artículo	*Descripción*
11-131	Soporte de apoyo para superficies planas
11-132	Soporte de apoyo para materiales redondos (Ø 10 – 50 mm)
11-133	Soporte de apoyo para materiales redondos (Ø 50 – 250 mm)
11-142	Agarradera de plástico con cabeza de bola para las sondas
11-171	Nuez para la punta de sonda (protege la varilla UCI y es atornillable)
11-172	Cable de sonda para la conexión al aparato base

Bloques de comparación de dureza

Número de artículo	*Descripción*
HVP-9016HV-EP	Bloque UCI (Vickers) con certificado ISO y ASTM. Dureza nominal: 240, 300, 400, 510, 600, 700, 830 Carga de ensayo: HV0.3, HV1, HV2, HV3, H5, HV10
HVP-9016HRC-EP	Bloque (Rockwell) con certificado ISO y ASTM. Dureza nominal: 20, 30, 40, 50, 55, 60, 65 HRC

Reparación y calibración

Número de artículo	*Descripción*
R-S-KAL	Nueva determinación de la curva de calibración en el rango Vickers de 120 HV a 850 HV y certificado de validación indirecta BAQ, según DIN 50159-2 y que se obtiene con ayuda de bloques de referencia con certificación ISO
R-AD-KAL-DIN	Calibración por parte de un laboratorio acreditado para un Durómetro UCI, incluyendo una sonda y según DIN 50159
R-AD-KAL-ASTM	Calibración, por parte de un laboratorio acreditado, para un Durómetro UCI, incluyendo una sonda y según ASTM A1038



BAQ GmbH

Hermann-Schlichting-Str. 14
38110 Braunschweig
Alemania

Tel: +49 5307 / 95102 - 0
Fax: +49 5307 / 95102 - 20
Mail: info@baq.de / service@baq.de
Web: www.baq.de