



RADTKE
MESSTECHNIK

SINCE
1995



**Determinación rápida de la
humedad de todo tipo de
materiales con el**

Método del carburo

Instrucciones de servicio



Determinación de la humedad
Rápida. Sencilla. Fiable.
www.radtke-measuring.com

A continuación, encontrará una serie de **Códigos QR con los que puede acceder a nuestros vídeos explicativos**. La lista aquí mostrada es una selección actual y está sujeta a adaptaciones ocasionales. Por lo tanto, no podemos garantizar la integridad de la misma. Vídeos disponibles en alemán, inglés, francés e italiano



CALIBRACIÓN CON EL MANÓMETRO MEC.

(más detalles en la página 36 de estas instrucciones)

Haga clic aquí si trabaja con las instrucciones como archivo PDF.

CALIBRACIÓN CON EL MANÓMETRO DIG.

(más detalles en la página 36 de estas instrucciones)

Haga clic aquí si trabaja con las instrucciones como archivo PDF.



TOMA DE MUESTRA DE PRUEBA Y PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

(más detalles en la página 42 de estas instrucciones)

Haga clic aquí si trabaja con las instrucciones como archivo PDF.

HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD SEGÚN CLP-VO 1272/ 2008



Carburo de calcio

CAS 75-20-7 EC 200-848-3 N° de índice: 006-004-00-9

Peligro



Introducción

Nuestros equipos CM son equipos de medición de la humedad idóneos para **la determinación rápida de la humedad de todo tipo de materiales** que no reaccionan por sí mismos con carburo de calcio o sus productos de reacción.



Al igual que en todos los métodos de medición basados en una reacción química, también en este caso se requiere de un cuidado especial. Por favor, estudie las presentes instrucciones antes de la puesta en servicio y tenga en cuenta especialmente las indicaciones de seguridad.

Aquellas personas que no estén familiarizadas con el método del carburo no deben utilizar el equipo de medición.

Garantía

Dr. Radtke CPM Chemisch-Physikalische Messtechnik AG ofrece una garantía de 2 años a partir de la fecha de compra sobre piezas defectuosas, así como sobre productos fabricados con deficiencias, exceptuando consumibles. Se excluyen el manómetro y las baterías. Los intentos de reparación propios invalidan la garantía.

Conserve estas instrucciones en un lugar seguro.

Puede solicitar las piezas de repuesto a su distribuidor o directamente a través de nuestra página web. En nuestra página web también podrá encontrar la versión respectivamente más actual de las instrucciones, así como información complementaria.

Uso de las instrucciones

La información que se ofrece en este documento proporciona detalles de los componentes y sus propiedades en relación con el método del carburo. Contiene conceptos básicos sobre el método de medición para la calibración in situ de los equipos de medición. Describe además las aplicaciones fundamentales.

Si se cumple de forma precisa con las indicaciones, no existe riesgo de accidente al manipular nuestros equipos CM. Antes de realizar mediciones con el equipo CM, le rogamos que lea atentamente estas instrucciones. El equipo CM solo debe utilizarse conforme a las instrucciones de uso.



Durante la medición, en el cilindro CM se forma una mezcla explosiva de aire-acetileno. Si esta mezcla de gases se enciende como consecuencia de una chispa, el manómetro quedará irreparable y se perderá el resultado de la medición.

Si el material de la muestra contiene componentes que pueden generar chispas (como el sílex), recomendamos encarecidamente realizar la medición con el apoyo de la varilla de trituración opcional. La trituración de la muestra con la varilla de trituración tiene lugar en un momento independiente de la medición de humedad.

El gas liberado es combustible:

- No abra el cilindro CM en espacios cerrados.
- No fume y no trabaje cerca de llamas abiertas o instalaciones eléctricas.
- Apague el fuego con arena o una manta, no lo apague con agua.
- Después de una medición, abra el cilindro CM en dirección contraria a la cara y deje que el gas salga lentamente.



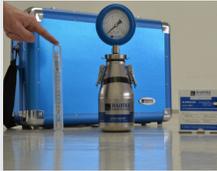
Medidas de primeros auxilios en relación con la sustancia química carburo de calcio

- En caso de contacto con la piel: Cepillar bien antes de lavar con agua.
- En caso de contacto con los ojos: Lavar los ojos con mucha agua.
- En caso de causticación: Estas suelen ocurrir únicamente si queda carburo de calcio adherido y no se elimina. Asegúrese de avisar a su médico y mostrarle la etiqueta de seguridad de su caja de carburo de calcio.



Videos explicativos y hojas de datos de seguridad según CLP-VO 1272/2008	2
Introducción / Garantía	3
Indicaciones de peligros	4
Versiones de equipos CM	6
Componentes	
Equipo CM Business y Business PRO	8
Sets de reequipamiento	10
Business, impresora de protocolos	
Business Pro, varilla de trituración	
Equipo CM Alu CLASSIC y Alu CLASSIC dig	12
Equipo CM CLASSIC y CLASSIC dig	14
Equipo CM ECO y ECO dig	16
Datos técnicos	
Carburo de calcio en ampollas de vidrio	18
Cilindro de presión, termómetro de superficie, set de bolas	19
Manómetro y amortiguación de tapa	20
Operación del manómetro BUSINESS	21
Set de pequeños materiales	25
Impresora de protocolos	26
Básculas, su manipulación y recipientes de muestras	26
Conceptos básicos del método del carburo	
Reacción y hechos	31
Magnitud de medición: Presión	32
Factores de influencia en la magnitud de medición: Temperatura	33
Propósito y uso del set de bolas	
Precisión habitual del método del carburo	34
Rangos de medición	35
Aspectos ecológicos del método del carburo	35
Calibración in situ	36
Medición de la humedad	37
Aspectos generales	37
Medición de la humedad en caso de secado total	37
Realización en caso de secado total	38
Tabla de conversión Presión -> Humedad del material	39
Normas	40
Comprobación de la aptitud de colocación de contrapisos	41
Toma de muestras representativas	42
Procedimiento de medición sin varilla de trituración	45
Procedimiento de medición con varilla de trituración	46
Comparación de ambos procedimientos de medición, límites de aptitud de colocación habituales	48
Conclusiones y declaración de conformidad	49
Protocolo de medición CM	50
Libro de registros equipo CM	51

	Versiones de equipos CM	
	ECO	ECO dig
<u>Equipo CM en maleta de aluminio</u> con equipamiento básico		
<u>Equipo CM en maleta metálica</u> con equipamiento básico		
	Art.n° 110060	Art.n° 110061
<u>Manómetro e impresora de protocolos</u>		
Humedad máx. para 50 g	4.8 % en masa	4.8 % en masa
Presión máx.; Clase de precisión	2.5 bar; cl. 1.0	2.5 bar; cl. 1.0
Amortiguación de tapa según EN 837-2 y capuchón de protección de goma		
<u>Báscula</u>		
Peso máximo	100 g	200.00 g (0.05 g)
tarable	SÍ	SÍ
calibrable		SÍ

Versiones de equipos CM			
CLASSIC	CLASSIC dig	BUSINESS	BUSINESS PRO
			
Art.n° 110004	Art.n° 110005	Art.n° 110007	Art.n° 110006
			
Art.n° 110000	Art.n° 113100	Art.n° 110021	
			
Art.n° 110115	Art.n° 110115	Art.n° 110023	Art.n° 110022
4.8 % en masa	4.8 % en masa	6 % en masa	6 % en masa
2.5 bar; cl. 1.0	2.5 bar; cl. 1.0	3 bar; cl. 0.1	3 bar; cl. 0.1
SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
			
100 g	200.00 g (0.05 g)	200.00 g (0.05 g)	200.00 g (0.05 g)
SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
	SÍ	SÍ	SÍ

Equipo CM Alu BUSINESS y BUSINESS PRO**

Art.n° 110007 y BUSINESS PRO Art.n° 110006**

1	Mazo		
2	Cinzel plano		
3	Cuchara de muestras	J	Ampollas de carburo, 25 unidades
4	Cepillo de limpieza	K	Cilindro de presión comprobado, estándar con termómetro de superficie
5	Báscula digital hasta 200 g con baterías*	L	-
6	Set de bolas	M	Manómetro BUSINESS hasta 3,0 bar con tapa amortiguada (según EN 837-2), instrucciones, bolsas de muestras y martillo de ingeniero
7	Recipiente de trituración		
8	Recipientes de muestras con tapa, 2 sets	N	Maleta de aluminio con relleno y correa de transporte

Peso: 8.2 kg

** El equipo CM BUSINESS PRO contiene adicionalmente la impresora de protocolos art. n° 110024

Equipo CM BUSINESS

		Art.n° 110021	
1	Mazo		
2	Cinzel plano		
3	Cuchara de muestras	J	Ampollas de carburo, 25 unidades
4	Cepillo de limpieza	K	Cilindro de presión comprobado, estándar con termómetro de superficie
5	Báscula digital hasta 200 g con baterías*	L	-
6	Set de bolas	M	Manómetro BUSINESS hasta 3,0 bar con tapa amortiguada (según EN 837-2), instrucciones, bolsas de muestras y martillo de ingeniero
7	Recipiente de trituración		
8	Recipientes de muestras con tapa, 2 sets	N	Maleta metálica con relleno

Peso: 10.0 kg

Equipo CM Alu BUSINESS y BUSINESS PRO**

Art.n° 110007 y BUSINESS PRO Art.n° 110006**



Equipo CM BUSINESS

Art.n° 110021



Set de extensión BUSINESS

Art.n° 110023

-
- 1 Manómetro digital hasta 3,0 bar con tapa amortiguada, incl. batería de repuesto (batería no representada)
-

Peso: 0.6 kg

Set de extensión para impresora de protocolos

Art.n° 110024

-
- 2 Cable de conexión impresora manómetro
 - 3 Impresora de protocolos con rollo de papel en set de extensión Business (con batería recargable)
 - 4 Rollo de repuesto papel térmico
 - 5 Cargador para impresora
-

Peso: 0.5 kg

Set de extensión BUSINESS PRO

Art.n° 110022

-
- 1 Manómetro digital hasta 3,0 bar con tapa amortiguada, incl. batería de repuesto (batería no representada)
 - 2 Cable de conexión impresora manómetro
 - 3 Impresora de protocolos con rollo de papel en set de extensión Business (con batería recargable)
 - 4 Rollo de repuesto papel térmico
 - 5 Cargador para impresora
-

Peso: 1.1 kg

Set de extensión varilla de trituración

Art.n° 110031

Varilla de trituración para triturar las muestras antes de la reacción química.

- mayor seguridad contra chispas
 - mayor precisión de los resultados de medición
-

Peso: 0.3 kg

Set de extensión BUSINESS PRO

Art.n° 110022 (110023 y 110024)



Set de extensión varilla de trituración

Art.n° 110031



Equipo CM Alu CLASSIC

Art.n° 110004

1	Mazo		
2	Cinzel plano		
3	Cuchara de muestras		
4	Cepillo de limpieza		
5	Báscula mecánica hasta 100 g		
6	Set de bolas		
7	Recipiente de trituración		
8	Recipientes de muestras con tapa, 2 sets		
		g	Set de pequeños materiales y protección auditiva
		J	Ampollas de carburo, 25 unidades
		K	Cilindro de presión comprobado, estándar con termómetro de superficie
		L	Varilla de báscula y temporizador*
		M	Manómetro CLASSIC hasta 2,5 bar con tapa amortiguada (según EN 837-2), instrucciones, bolsas de muestras y martillo de ingeniero
		N	Maleta de aluminio con relleno y correa de transporte

Peso: 8.2 kg

Equipo CM Alu CLASSIC dig

Art.n° 110005

1	Mazo		
2	Cinzel plano		
3	Cuchara de muestras		
4	Cepillo de limpieza		
5	Báscula digital hasta 200 g con baterías*		
6	Set de bolas		
7	Recipiente de trituración		
8	Recipientes de muestras con tapa, 2 sets		
		g	Set de pequeños materiales dig y protección auditiva
		J	Ampollas de carburo, 25 unidades
		K	Cilindro de presión comprobado, estándar con termómetro de superficie
		L	Temporizador*
		M	Manómetro CLASSIC hasta 2,5 bar con tapa amortiguada (según EN 837-2), instrucciones, bolsas de muestras y martillo de ingeniero
		N	Maleta de aluminio con relleno y correa de transporte

Peso: 8.3 kg

* El modelo puede diferir de la imagen.

EQUIPO CM ALU CLASSIC

Equipo CM Alu CLASSIC

Art.n° 110004



Equipo CM Alu CLASSIC dig

Art.n° 110005



Equipo CM CLASSIC

Art.n° 110000

1	Mazo		
2	Cinzel plano		
3	Cuchara de muestras		
4	Cepillo de limpieza		
5	Báscula mecánica hasta 100 g		
6	Set de bolas		
7	Recipiente de trituración		
8	Recipientes de muestras con tapa, 2 sets		
		g	Set de pequeños materiales y protección auditiva
		J	Ampollas de carburo, 25 unidades
		K	Cilindro de presión comprobado, estándar con termómetro de superficie
		L	Varilla de báscula y temporizador*
		M	Manómetro CLASSIC hasta 2,5 bar con tapa amortiguada (según EN 837-2), instrucciones, bolsas de muestras y martillo de ingeniero
		N	Maleta metálica con relleno

Peso: 10.1 kg

Equipo CM CLASSIC dig

Art.n° 113100

1	Mazo		
2	Cinzel plano		
3	Cuchara de muestras		
4	Cepillo de limpieza		
5	Báscula digital hasta 200 g con baterías*		
6	Set de bolas		
7	Recipiente de trituración		
8	Recipientes de muestras con tapa, 2 sets		
		g	Set de pequeños materiales dig y protección auditiva
		J	Ampollas de carburo, 25 unidades
		K	Cilindro de presión comprobado, estándar con termómetro de superficie
		L	Temporizador*
		M	Manómetro CLASSIC hasta 2,5 bar con tapa amortiguada (según EN 837-2), instrucciones, bolsas de muestras y martillo de ingeniero
		N	Maleta metálica con relleno

Peso: 10.2 kg

* El modelo puede diferir de la imagen.

EQUIPO CM CLASSIC

Equipo CM CLASSIC

Art.n° 110000



Equipo CM CLASSIC dig

Art.n° 113100



Equipo CM ECO

Art.n° 110060

1	Mazo		
2	Cinzel plano		
3	Cuchara de muestras		
4	Cepillo de limpieza		
5	Báscula mecánica hasta 100 g		
6	Set de bolas		
7	Recipiente de trituración		
8	Recipientes de muestras con tapa, 2 sets		
		g	Set de pequeños materiales y protección auditiva
		J	Ampollas de carburo, 25 unidades
		K	Cilindro de presión comprobado, estándar con termómetro de superficie
		L	Varilla de báscula
		M	Manómetro CLASSIC hasta 2,5 bar con tapa, instrucciones y bolsas de muestras
		N	Maleta metálica con relleno

Peso: 9.5 kg

Equipo CM ECO dig

Art.n° 110061

1	Mazo		
2	Cinzel plano		
3	Cuchara de muestras		
4	Cepillo de limpieza		
5	Báscula digital hasta 200 g con baterías*		
6	Set de bolas		
7	Recipiente de trituración		
8	Recipientes de muestras con tapa, 2 sets		
		g	Set de pequeños materiales dig y protección auditiva
		J	Ampollas de carburo, 25 unidades
		K	Cilindro de presión comprobado, estándar con termómetro de superficie
		L	-
		M	Manómetro CLASSIC hasta 2,5 bar con tapa, instrucciones y bolsas de muestras
		N	Maleta metálica con relleno

Peso: 9.6 kg

* El modelo puede diferir de la imagen.

EQUIPO CM ECO

Equipo CM ECO

Art.n° 110060



Equipo CM ECO dig

Art.n° 110061



Carbuo de calcio

CAS 75-20-7 EC 200-848-3 N° de índice.: 006-004-00-9

Gevaar



Indicaciones de peligros: En contacto con agua se producen gases inflamables que puede inflamarse espontáneamente. Causa irritaciones en la piel. Causa lesiones oculares severas. Puede irritar las vías respiratorias.

Indicaciones de seguridad/Prevención: Evitar la inhalación de polvo. Llevar guantes de protección/ropa de protección/protección ocular/protección para la cara.

Reacción: EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL: Lavar con mucha agua. EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Lavar durante algunos minutos con abundante agua. Si es posible, quitarse las lentillas. Continuar lavando con agua. Llamar inmediatamente al CENTRO DE INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA/médico. EN CASO DE INCENDIO: Utilizar un agente extintor en polvo para la extinción.

Almacenamiento y eliminación: Almacenar en un lugar seco. Eliminar el contenido/contenedor de acuerdo con la normativa local/regional/nacional/internacional.

Carbuo de calcio en ampollas de vidrio



Ampolla de vidrio con carburo de calcio

Cantidad: 7,0 g ± 210 mg (± 3 % en masa)

Granulación: 0,3 / 1 mm

Durabilidad: ilimitada mientras se mantenga estanco

Descarga hoja de datos de seguridad

<https://www.radtke-messtechnik.com/en/material-safety-data-sheets/>

Fichas de datos de seguridad disponibles en alemán, inglés, francés e italiano.





Cilindro de presión estándar comprobado

- Normas: Directiva sobre equipos a presión 97/23/CE
- Precisión: $\pm 1\%$ en volumen del volumen teórico
- Material: acero inoxidable
- Particularidades: Número de identificación calibración
Termómetro de superficie 7 - 33°C



Termómetro de superficie

El termómetro de superficie muestra en siete campos temperaturas entre 7°C y 33°C. Colores de campo: Negro-marrón-verde-azul-negro. El número se corresponde con la temperatura cuando el campo está verde. Si la temperatura es un 1°C más baja que el número mostrado, el campo es marrón. Si es 1°C más alta, entonces el campo es azul.



Set de bolas

El set de bolas utilizado contiene 4 bolas de acero con diámetro definido. Con estas bolas está calibrado el volumen libre del cilindro de presión.



Manómetro CLASSIC

- Rango de presión: 0 a 2,5 bar
 - Clase de precisión: 1.0
 - Indicación (división): 0,05 bar (50 mbar)
 - Seguro contra sobrecarga hasta 3,0 bar (brevemente)
 - Temperatura de servicio: -10 a 80°C (IP32)
 - Escalas de conversión de color: 20 g, 50 g, 100 g
- Montaje a partir de la versión de equipo CM CLASSIC amortiguado según EN 837-2**



Amortiguación de tapa a partir de CLASSIC

Para las versiones de equipos CM CLASSIC y BUSINESS, la tapa del cilindro CM está equipada con una amortiguación y cumple con las especificaciones para el montaje de manómetros según a EN 837-2. La amortiguación reduce la energía de impacto de las bolas sobre el manómetro y prolonga por tanto su vida útil. De este modo, el cilindro puede agitarse fuertemente en dirección vertical hacia arriba y hacia abajo durante la medición sin poner en peligro el manómetro.



Manómetro BUSINESS

- Rango de presión: -1,0 a 3,0 bar
- Clase de precisión: 0,1
- Indicación (división): 0,01 bar
(opcional 1 mbar)
- Seguro contra sobrecarga hasta 4,3 bar (brevemente)
- Temperatura de servicio: 0 a 50°C (IP64)
- Salida de datos Impresora de protocolos / PC
- Suministro de corriente tipo 2032, 3V
- Escalas de conversión 10g,20g,50g,100g

Montaje amortiguado según EN 837-2

Operación del manómetro BUSINESS

El manómetro se opera a través de los 2 botones: «Menu» y «Enter». Tras el encendido a través de cualquier botón, el manómetro muestra el último valor de medición. Presionando el botón «Enter» se muestra temporalmente la duración de la última medición.



Para moverse por las opciones de menú del manómetro, presione respectivamente el botón «Menu». Se muestra el comando respectivamente seleccionado. Para ejecutar el comando seleccionado, debe confirmarse con el botón «ENTER». Si el comando no se confirma en un plazo de 7 segundos, la indicación vuelve a la indicación estándar: Último valor de medición.

Comando «StArt» (Inicio): El manómetro conmuta al modo de medición y establece el punto cero en la presión ambiente actual. Luego espera 5 minutos hasta el comienzo de la reacción. Si durante este tiempo se detecta un aumento de la presión, entonces comienza el ciclo de medición definitivo. Si no se detecta un aumento de la presión, el manómetro vuelve a la indicación estándar.

Comando «OFF»: Tras confirmar el comando OFF, el manómetro se apaga.

Comando «Print» (Imprimir): Tras confirmar el comando Print, los datos de medición guardados son enviados a través de un cable a la impresora de protocolos.

Comando «Unit» (Unidad): Tras confirmar el comando Unit, el manómetro indica el valor de medición como presión [bar] o como humedad [% en masa]. La unidad [% en masa] se refiere un a peso inicial de muestra de 100g, 50g, 20g o 10g (conforme a la marca en el borde superior de la pantalla).



Impresora de protocolos

Dimensiones: 108 x 78 x 45 mm

Peso: 150g (sin batería recargable ni rollo de papel)

Principio de impresión: Impresión térmica directa

Anchura de papel: 58 mm

Presión efectiva: 48 mm

Longitud del papel: 25mm

Diámetro: rollo de máx. 40mm

Velocidad de impresión: máx. 80mm/s

Temperatura de servicio: 0 a 50°C

Humedad de servicio: 10% a 80% de HR

Temperatura de almacenamiento: -40 a 70°C

Humedad de almacenamiento: 10% a 95% de HR

Conexión: Cable (RS232 / TTL)

Corriente de carga: CC 12V, 2A (24VAmáx)

Asignación de polos: Polo positivo en el interior

Batería recargable: 7,4V / 2000mAh (polímero de iones de Litio)

Tiempo de carga: aprox. 3 horas

Especificaciones: ROHS



Colocación de la batería recargable

Coloque la batería recargable en el compartimento según el orden mostrado en las imágenes. La batería recargable tiene un cierto estado de carga.

Función básica: Encendido

Para encender la impresora, presione el botón ON / OFF durante un segundo. Sonará un pitido y se encenderán el LED de modo, así como el LED de estado de la batería.



Función básica: Apagado

Para apagar la impresora, presione el botón ON / OFF durante más de un segundo. Sonarán dos pitidos. La impresora está apagada.



Transporte del papel

Cuando la impresora está encendida, el papel colocado puede transportarse en todo momento presionando el botón FEED (alimentación).



Colocación del papel

Abre la tapa de carga con dos dedos y vacíe el compartimento de papel. Colocar el rollo de papel insertado como se muestra en la imagen, con la última vuelta desde la parte inferior hacia la zona de corte y presionar con cuidado la tapa del compartimento de papel por ambos lados.



Carga de la impresora

Para cargar la impresora, conecte el cargador original.



Impresión del protocolo

Con la impresora encendida, conectar el cable de conexión como se muestra en la serie de imágenes abajo a la izquierda. Tenga en cuenta que el cable se conecte a la impresora por el lado correcto (lado izquierdo de la impresora).



Conecte el cable también al manómetro y active el comando **Print** en el manómetro. Puede imprimir tantos protocolos de la última medición como desee.

Seleccionando el comando STOP con el botón «Menu» y confirmando con el botón «Enter» puede restablecerse el manómetro anticipadamente a la posición inicial.

Durante una medición en curso, en el borde izquierdo inferior de la pantalla parpadean 3 marcas. En esta fase no puede modificarse la unidad del valor de medición indicado.

Habitualmente, la duración de la medición es de 10 minutos. Una medición en marcha puede finalizarse anticipadamente con el comando STOP.

El último valor de medición también se mantiene guardado tras un cambio de batería. Si durante la duración de 60 minutos no se presiona ningún botón, el manómetro se apaga automáticamente.

Cambio de baterías en el manómetro Business

Cuando la batería se está agotando, esto se muestra en la pantalla en el lado izquierdo mediante un símbolo de batería tachado. En dicho caso, recomendamos sustituir la batería en la siguiente oportunidad.



Para ello debe desatornillarse la cubierta de la interfaz, así como retirarse hacia abajo el capuchón de protección de goma.

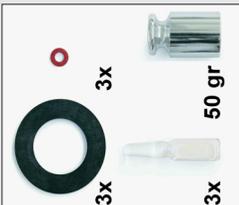
El lado frontal de la pantalla puede retirarse desde el lado superior (preferentemente con la ayuda de una moneda).



Retirar la batería antigua cuidadosamente. La nueva batería debe colocarse primero por el lado de los contactos (círculo rojo) y a continuación presionarse hacia adentro cuidadosamente en los encastres.

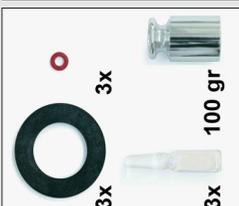
Volver a montar el equipo en el orden inverso y tener en cuenta que el anillo de obturación de goma (óvalo rojo) se apoye en el canto superior de la pieza frontal para que, en estado cerrado, el lado frontal quede sellado contra la carcasa del manómetro.

En principio, la batería puede utilizarse durante varios cientos de mediciones. El consumo de corriente durante la medición es muy bajo. El mayor consumo de corriente se produce al enviar paquetes de datos a la impresora de protocolos.



Set de pequeños materiales

- Juntas de repuesto para manómetro
- Juntas de repuesto para cilindro de presión,
- Ampollas de calibración (1,00 g ± 1 % en masa)
- Peso de control 50g M2 para báscula de muelle



Set de pequeños materiales dig

- Juntas de repuesto para manómetro
- Juntas de repuesto para cilindro de presión,
- Ampollas de calibración (1,00 g ± 1 % en masa)
- Peso de calibración 100g M2 para báscula digital



Set de pequeños materiales Business

- Batería de repuesto para manómetro digital
- Juntas de repuesto para cilindro de presión,
- Ampollas de calibración (1,00 g ± 1 % en masa)
- Peso de calibración 100g M2 para báscula digital



Dr. Radtke CPM Chemisch-
Physikalische Messtechnik AG
Lättichstr. 4A
CH-6340 Baar

Testprotokoll: N° 00034
Seriennummer: 06027

Ort der Messung:

Probenmaterial:

Boden:

Estrichdicke [mm]:

Temperatur [°C]:

Raum:

Temperatur [°C]:

Luftfeuchte [%rF]:

CCM Hygro Combi:

Temperatur [°C]:

Luftfeuchte [%rF]:

Druckentwicklung:

[min:s]	[bar]
00:03	00.62
00:05	00.72
00:15	00.90
00:30	01.03
00:45	01.12
05:00	01.62

Temperatur am Drucksensor:

bei Start: 17.68 °C
bei Ende: 19.23 °C

Messdauer: 10:00 [min:s]
End-Druck: 01.74 [bar]

MP nach DIN/Radtke: _____

Umrechnung zu Feuchte

EW	[CM-%]
10g	= 17.28
20g	= 08.67
50g	= 03.40
100g	= 01.65

Adaptación de protocolos

Las adaptaciones posteriores de protocolos solo pueden ser realizadas por el fabricante. Envíe para ello la impresora y el manómetro con el cable y el cargador al fabricante.



Señales LED y acústicas

La impresora está equipada con 3 LED y un emisor de sonido. Un LED de estado de batería de 3 colores, 1 LED de MODO verde, así como un LED de ERROR.

LED de estado de batería

Verde: La carga de la batería está completa.

Azul: La batería está a media carga.

Rojo: La carga de la batería es baja.

Parpadeo rojo: Es necesario cargar la batería.

Ninguna luz: La impresora está apagada o la batería no tiene contacto.

Verde largo, rojo y azul cortos:

La batería se está cargando.

LED de MODO

Verde: Impresora encendida

LED de ERROR

Rojo: El compartimento de papel está vacío.

Parpadeo rojo: Temperatura excesiva en el cabezal de impresión
Apagar la impresora y dejar que se enfríe.

Otros avisos de fallo, como el parpadeo de 1 a 8 veces seguido por una pausa, significan problemas más graves.

Rojo 1x: Error de lectura de memoria o escritura

Rojo 2x: Sobretensión

Rojo 3x: Subtensión

Rojo 4x: Error de ejecución de CPU

Rojo 5x: Error UIB

Rojo 6x: Error de escritura Flash

Rojo 7x: Error de escritura de parámetro

Rojo 8x: Error en supervisión de temperatura

Tonos

La impresora dispone de un emisor de sonido.

Pitido 1x: Impresora encendida

Pitido 2x: La impresora está desconectada.

Pitido 3x: La impresora está cargada (solo cuando está encendida).

Pitido Xx: Pitido permanente: La tapa del compartimento de papel está abierta.



Báscula digital

- Capacidad: 200 g
División: 0,05 g
Color: negro
Precisión: ± 15 mg según peso de calibración
Plato de pesaje: Acero inoxidable
Desconexión: después de 120 segundos, automáticamente
Calibración: realizable por el usuario con 100 g
Suministro de corriente: 2 baterías alc. tipo AAA
Particularidades: sensible a radiación electromagnética
Más información, véanse instrucciones independientes (p. ej. sobre la calibración)



Báscula mecánica

- Capacidad: 100 g
División: 1,0 g
Color: verde transparente
Precisión: $\pm 0,3$ %
Rango de tara: 15-20 % de la longitud de la escala
Longitud de la escala: 100 mm
Longitud báscula: 225 mm
Longitud máx.: 330 mm
Diámetro: 12,2 mm
Peso: 20 g
Calibración no realizable por el usuario.
Componentes inoxidables (salvo el gancho)



Manipulación de la báscula mecánica

La báscula permite pesar cantidades de muestra de hasta 100 g. El peso del recipiente de muestras puede neutralizarse mediante tara. La escala puede orientarse girando el estribo metálico.

Preparación: Presionar la varilla de báscula en la espuma y colgar la báscula de la misma.



Tara / Lectura: Colocar un recipiente de muestras vacío y limpio. Ajustar el punto cero girando el tornillo de tara blanco (círculo negro). Los ojos deben situarse para ello a la altura de la escala con el fin de minimizar los errores de lectura.

Control in situ: Para controlar la báscula, colocar el peso de control de 50 g en el recipiente de muestras tarado a «0».



Recipiente de muestras

Los recipientes de muestras se suministran con una tapa que se puede cerrar. Le material de muestra puede introducirse fácilmente con la cuchara de muestra u otro medio auxiliar adecuado. Un recipiente de muestras cerrado y limpio evita pérdidas no deseadas de humedad.

La capacidad del recipiente de muestras es de 70 ml.



Manipulación de la báscula digital

Antes del primer uso, asegúrese de que las baterías (2 unidades tipo AAA) han sido colocadas correctamente. Compruebe que la báscula muestra el peso en GRAMOS.

Tara / Lectura:

1. Coloque la báscula sobre una superficie horizontal y presione el botón ON/OFF.
2. Coloque el recipiente de muestras vacío y limpio sobre la plataforma.
3. Presione el botón TARE (TARA). Se indicará [0.00].
4. Coloque la cantidad necesaria de material de muestra en el recipiente de muestras.



La báscula se apaga después de 120 segundos automáticamente, o presione el botón ON/OFF durante más de 3 segundos.

Calibración (solo en unidad GRAMOS):

Encienda la báscula y presione a continuación, con la plataforma vacía y limpia, el botón CAL hasta que en la indicación aparezca [CAL] o una serie de varios números.

Ahora vuelva a presionar el botón CAL. La indicación [CAL] parpadea y cambia a [100.00]. Coloque el peso de calibración de 100 g sobre la plataforma, espere algunos segundos.

En la indicación se muestra ahora [PASS] para indicar una calibración correcta. La báscula cambia al modo de pesaje. Puede desconectar la báscula.





Reacción

El carburo de calcio reacciona selectivamente con el agua para formar acetileno gaseoso, así como hidróxido de calcio sólido. El agua puede estar presente para la reacción como sustancia pura (ampolla de calibración) o como parte de otra sustancia (material a granel, pasta, hormigón).



Carburo de calcio + agua

Hidróxido de calcio + acetileno



El carburo de calcio también reacciona con metanol. Por esta razón, una muestra no debe contener simultáneamente agua y metanol.

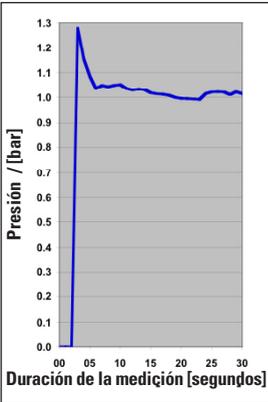
El agua se consume, una muestra se seca.

Véase la rodaja de manzana fresca y 47 horas después o la ampolla de carburo no estanca, cuyo contenido ha reaccionado con la humedad del aire. El polvo blanco es hidróxido de calcio.



Datos del método del carburo

- La magnitud de medición es la presión.
- La presión se mantiene constante cuando la muestra está completamente seca o cuando ya no hay carburo presente.
- La presión aumenta lentamente cuando el carburo y el agua sólo pueden tocarse indi-



rectamente, por ejemplo, a través el aire (reposo - muestras porosas).

- La presión aumenta muy rápidamente cuando el carburo y el agua pueden tocarse de forma intensa y directa (agitar - ampolla de calibración).
- Durante la reacción **se desprenda calor**:

Durante la reacción de carburo de calcio muy fino con una ampolla de calibración se desprende rápidamente mucho calor y la presión supera temporalmente el valor nominal.

Magnitud de medición: Presión

La ley de los gases establece la relación entre el aumento de presión Δp y la cantidad de sustancia Δn formada. El acetileno formado se corresponde con la cantidad de sustancia Δn . Entre la cantidad de sustancia formada Δn y el agua consumida existe una relación lineal. Gracias a esta relación, a reacción puede utilizarse para determinar la cantidad de agua de una muestra.

Ley de los gases: $\Delta p \times V = \Delta n \times R \times T \Rightarrow \Delta p = \Delta n \times K$

donde:

- Δp Aumento de presión en el cilindro
- V Volumen del cilindro
- Δn Cantidad de sustancia formada en el cilindro
- R Constante de los gases
- T Temperatura en el cilindro
- K Constante agrupada en caso de temperatura y volumen constantes

Factores de influencia en la magnitud de medición

El cilindro CM cerrado representa un sistema cerrado. Puesto que la constante de los gases R y el volumen V son constantes, solo la temperatura como variable del entorno puede influenciar la magnitud de medición. En este caso, un cambio de presión Δp ya solo tiene lugar cuando cambian la temperatura T o la cantidad de sustancia n .

Nuestras tablas de conversión se basan en la **temperatura de referencia de 20°C**. Si la temperatura difiere de la misma, para mejorar la precisión del resultado de medición puede resultar razonable corregir la presión leída.

Diferenciamos 3 casos.

Para determinar el factor de corrección para la presión, debe conocerse la temperatura al cerrar el cilindro (**temperatura de inicio**) y al leer la presión (**temperatura final**). Con la ayuda del termómetro de superficie en nuestros cilindros de presión pueden determinarse aproximadamente estas magnitudes.

CASO	Temp. inicial	Temp. final	Regla de corrección
I	20 °C	20 °C	Factor = 1
II	26 °C	26 °C	Reducir la presión en un 1% cada 3 °C que difiera de 20 °C. Ejemplo: (26-20=6) => 2 % menos Factor = 0,98 (presión leída*0,98)
III	5 °C	20 °C	Restar por cada 1 °C de diferencia 3 mbar de la presión. Ejemplo: Diferencia 15 °C => 45 mbar menos.

Un cilindro frío puede atemperarse hasta «temperatura de servicio» con la ayuda de una calibración in situ.

Propósito y uso del set de bolas

El set de bolas cumple diferentes tareas antes y durante la medición:

1. **Trituración:** El material de muestra que contiene agua se tritura mediante agitación. (Uso de la varilla de trituración antes de la reacción)
2. **Inicio:** La ampolla de vidrio con carburo de calcio se rompe.
3. **Mezclado:** Los materiales sólidos se mezclan intensivamente entre sí y se suelta el producto de reacción adherido al carburo de calcio. La reacción es correspondientemente más rápida.

Precisión habitual del método del carburo

La precisión habitual del método del carburo depende de la precisión del manómetro. Su clase de precisión está indicada para nuestras versiones de equipos en los datos técnicos y se encuentra, para una presión de 1 bar, en máximo $\pm 2,5$ % (manómetro CLASSIC) y $\pm 0,4$ % (manómetro BUSINESS). Para los manómetros, la desviación admisible es válida de forma absoluta para todo el rango de presión.

La dispersión del volumen del cilindro es de ± 1 % en volumen.

Si la cantidad de muestra también se pesa con un error de ± 1 % en masa, entonces el **error total de un valor de medición leído de 1 bar a 20 °C es del 2,4 % (manómetro BUSINESS) y 4,5 % (manómetro CLASSIC).**

En caso de una presión baja, de 0,5 bar, el error total es mayor y se encuentra entre casi el 3 % y el 7 %. En caso de una presión alta, de 2 bar, se reduce a un valor entre el 2 % y algo más del 3 %.

Para alcanzar mayores precisiones es recomendable desarrollar curvas de calibración propias, así como registrar la temperatura de inicio y la temperatura final respectivamente antes y después de la medición. Se pueden determinar resultados más precisos si la presión se mide como presión absoluta en lugar de presión diferencial. Para ello, se requiere el manómetro BUSINESS junto con un software para PC opcional.

Rangos de medición

Mediante curvas de calibración estandarizadas para diferentes cantidades de muestra, y en función del manómetro y del tamaño de cilindro, pueden cubrirse los siguientes rangos de medición (**cilindro estándar con manómetro CLASSIC**):

CONTENIDO DE HUMEDAD MÁXIMO Presión: 2,5 bar, (cantidad de agua que ha reaccionado: 2,5 g) [% m/m]	CANTIDAD DE MUESTRA [g]
83	3
50	5
25	10
12.5	20
4.8	50
2.4	100

Manómetro BUSINESS: Cantidad absoluta de agua de 3 g, en caso de mayor precisión: En función del planteamiento técnico de medición resultan cantidades de muestra específicas.

Aspectos ecológicos del método del carburo

Los residuos de la reacción son posiblemente el exceso de carburo de calcio y tanto hidróxido de calcio como acetileno. El carburo restante continúa reaccionando con el agua del aire para formar ambos productos de reacción:

Acetileno como gas se encuentra en la atmósfera con una concentración entre 0,5 (zonas rurales) y 300 ppbV (zonas urbanas). El acetileno se elimina de la atmósfera mediante reacción con radicales OH y tiene una vida media de aproximadamente 30 días. (Fuente: VDI-Lexikon Umwelttechnik P.78: F.J. Dreyhaupt, Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH, Edición 1994).

El acetileno se considera en la atmósfera un precursor en la formación de hollín. (Fuente: <http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/18791>, estado 2017_02_24).

Hidróxido de calcio es un polvo blanco y también se denomina cal apagada.

En un entorno húmedo, de la reacción con el dióxido de carbono atmosférico resulta en pocos días cal aérea inofensiva. (Fuente: Zement und Kalk: Der Baustoff als Werkstoff (Cemento y cal: El material de construcción como material) P.334: J. Stark, B. Wicht, Springer Basel AG, 2000).

Calibración in situ

Compruebe regularmente su equipo CM. Recomendamos hacerlo como mínimo 2 veces por año. Registre el resultado de la prueba en el libro de registros en la última página con fecha y firma. Para la comprobación, siga el procedimiento de nuestro vídeo explicativo: www.youtube.com/c/Radtke-messtechnik o según el código QR en la cubierta interior.



Preparación:

Se requiere el cilindro de presión limpio y seco con tapa y manómetro, el set de bolas completo, una ampolla de calibración y una ampolla de vidrio con carburo de calcio.

Realización:

Las bolas, la ampolla normalizada y la ampolla de calibración se colocan en el cilindro de presión en este orden y a continuación se cierra con la tapa del manómetro.

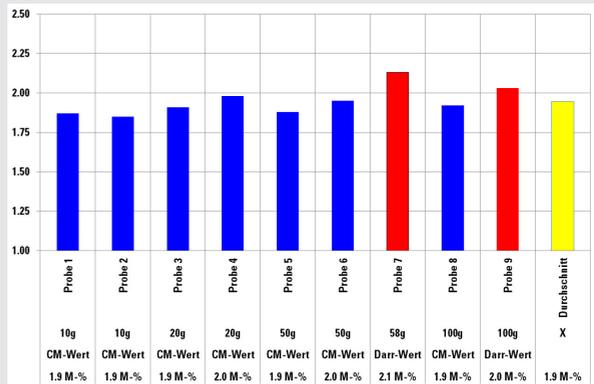
Agitando el equipo CM se rompen las ampollas y los reactivos liberados quedan en contacto. **La reacción finaliza generalmente en 1 minuto si se rota el cilindro horizontalmente hacia uno y otro lado.**

La presión final debe ser de $1,00 \text{ bar} \pm 0,05 \text{ bar}$, medida a $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Aspectos generales

El método CM es adecuado para la determinación del contenido de humedad para todos los materiales de muestra que no reaccionan por sí mismos con carburo de calcio o los productos de reacción y no contienen metanol. Entre ellos se encuentran los combustibles, los materiales de construcción, las sales y los minerales, así como los concentrados de mena y las menas.

Probe	=	Muestra
Durchschnitt	=	Valor medio
CM-Wert	=	Valor CM
Darr-Wert	=	Valor según método Darr
M-%	=	% en masa

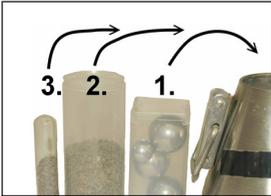


Medición de la humedad en caso de secado total

La determinación cuidadosa del contenido de humedad de una muestra requiere que se haga una selección representativa del material de muestra disponible. Recomendamos adaptar las cantidades de muestra a la presión máxima posible del manómetro (véase página 35).

El siguiente procedimiento de medición ha sido concebido para materiales a granel o muestras granuladas, así como líquidos y materiales pastosos. Después de la medición, la reacción está finalizada y la muestra, completamente seca. El procedimiento CM proporciona los mismos resultados que el método de secado en estufa (Darr). En la imagen, las columnas azules muestran los valores CM y las columnas rojas los valores Darr (secado en estufa a 105 °C) de una muestra de arena. El amarillo representa el valor medio. Se puede observar que los resultados de las mediciones son idénticos para ambos métodos de medición en el rango de $\pm 5\%$ del valor medio, a pesar de los diferentes pesos iniciales.

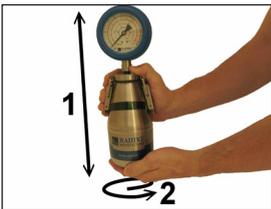
Realización en caso de secado completo



Coloque el set de bolas (1) completo y, en función de la humedad esperada, la cantidad de muestra (2) representativa pesada con precisión en el cilindro de presión. A continuación, sostenga el cilindro inclinado y deslice con cuidado una ampolla de carburo de calcio (3).



Cierre el cilindro de presión con la tapa. Ajuste el temporizador (incluido en el equipo CLASSIC) en 10:05 (minutos:segundos), póngalo en marcha y agite enérgicamente el cilindro de presión cuando se alcance el tiempo 10:00. Al romper la ampolla comienza la reacción química.



La mezcla de reacción se mezcla mediante movimientos circulares de rotación y agitación vertical. En el caso de muestras líquidas o pastosas, se recomienda mantener el cilindro de presión en posición horizontal y, además, girarlo varias veces alrededor de su propio eje longitudinal (véase la imagen siguiente). De este modo, también se hace reaccionar el material de muestra adherido a la pared interior. Repita este proceso nuevamente después de unos 3 minutos.



La medición finaliza cuando la presión es constante. Esto depende en gran medida de la intensidad de agitación y, en función del material de muestra, suele alcanzarse al cabo de 10 minutos (temporizador). A modo de control, volver a agitar brevemente el cilindro de presión. Si la presión se mantiene constante, la medición puede considerarse finalizada.

En caso de un tiempo de reacción limitado, una agitación demasiado escasa o la ausencia de agitación conducen a una reacción incompleta y, por tanto, a un resultado demasiado bajo.

Para las cantidades de pesaje de muestra habituales de 20 g (escala roja), 50 g (escala verde) o 100 g (escala azul), el contenido de agua puede leerse directamente en el manómetro. Para pesos iniciales inferiores (contenidos de humedad más altos), puede utilizarse la presente tabla de conversión.

Cree un registro escrito a mano o utilice la plantilla de la página 50 para registrar los resultados de las mediciones.

Las curvas de calibración se han calculado para una temperatura de referencia de 20 °C. Observe la indicación del termómetro de superficie en el cilindro de presión. En caso de desviaciones, puede estimar el posible error según el tema de influencia de la temperatura y limitarlo si es necesario.

TABLA DE CONVERSIÓN: PRESIÓN HUMEDAD DEL MATERIAL

Presión Bar (Negro)	Cantidad de pesaje de muestra					
	3g	5g	10g	20g (Rojo)	50 g (Verde)	100g (Azul)
Contenido de agua en % del peso relativo al peso anhidro						
0	0	0	0	0	0	0
0.2	6.3	3.8	1.9	0.9	0.38	0.19
0.3	9.7	5.8	2.9	1.5	0.58	0.28
0.4	13.0	7.8	3.9	2	0.78	0.38
0.5	16.3	9.8	4.9	2.5	0.98	0.47
0.6	19.7	11.8	5.9	3	1.18	0.57
0.7	23.0	13.8	6.9	3.5	1.37	0.66
0.8	26.3	15.8	7.9	4	1.57	0.76
0.9	29.7	17.8	8.9	4.5	1.76	0.85
1	33.3	20	10	5	1.96	0.95
1.1	36.7	22	11	5.5	2.16	1.05
1.2	40.0	24	12	6	2.35	1.14
1.3	43.3	26	13	6.5	2.55	1.23
1.4	46.7	28	14	7	2.74	1.33
1.5	50.0	30	15	7.5	2.94	1.42

En el caso de materiales con una cantidad de muestra superior a 10 g o muestras con una densidad especialmente baja (inferior a 1 kg/m³), se recomienda realizar una calibración por separado.

Normas europeas e internacionales

Para las cuestiones relativas a la comprobación de la aptitud de colocación de contrapisos, se aplican **procedimientos de medición especiales**, que cada vez se corresponden más entre sí.

Alemania, Italia y Suiza, por ejemplo, prescriben los mismos procedimientos de medición. Otros países, tanto del EEE como de fuera, adaptan sus normas a los dos procedimientos de medición que se describen a continuación.

Estos ya están definidos en las normas DIN 18560, UNI 10329, SIA 252 y SIA 253, respectivamente en sus últimas versiones. En Francia y Austria, el método del carburo también se utiliza para comprobar la aptitud de colocación, pero el procedimiento de medición sigue aplicándose de forma diferente.

PAÍS*	NORMA*
ALEMANIA	DIN 18560, DIN 18157
ITALIA	UNI 10329
SUIZA	SIA 248, SIA 252, SIA 253
FRANCIA	DTU 51.2 / 51.11 / 54.1 CPT 3527_V3 entre otras
AUSTRIA	DIRECTIVA DE ASOCIACIÓN WKO / VÖEH
ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA	ASTM D4944, FDOT FM 5-507, AASHTO T217, SD 108
*lista incompleta	

En el siguiente capítulo también damos gran importancia al muestreo y a la preparación del material de prueba, que son esenciales para obtener un resultado útil con este método de medición de la humedad.

Comprobación de la aptitud de colocación de contrapisos

El término **aptitud de colocación** describe, entre otras cosas, el estado de humedad de un contrapiso que, cuando se cubre con un revestimiento superior, ya no provoca daños por humedad en dicho solado. Estos daños por humedad pueden producirse cuando el perfil de humedad en el contrapiso bajo el revestimiento superior se adapta más rápidamente de lo que la humedad puede migrar a través de la capa superior y liberarse al aire ambiente. Dicha acumulación de humedad bajo el revestimiento superior puede provocar incluso la condensación del agua. Aparte de la influencia de la temperatura en la acumulación de humedad bajo el revestimiento superior, no se han investigado hasta ahora otros parámetros potenciales. El agua móvil, es decir, el contenido de agua libre, es responsable de los posibles daños.

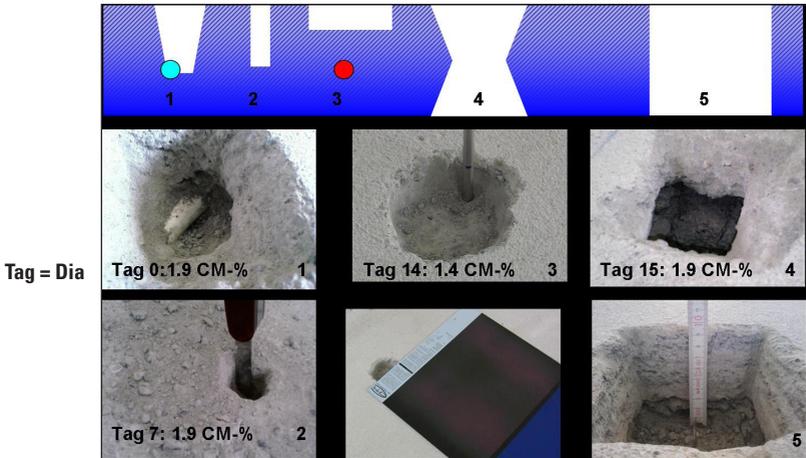
En el caso de materiales de construcción minerales, como hormigón, mortero y contrapisos, el usuario quiere, por tanto, determinar el **contenido de agua libre**. El porcentaje de agua libre no es idéntico al contenido de agua determinado mediante el secado de la muestra en el armario de secado (a 105 °C). Siempre es inferior al valor según el método Darr (105 °C). Mediante el secado a 105 °C, se determina el **contenido de agua evaporable**. Además del agua libre, también contiene componentes de agua cristalina ligada.

En el caso de los materiales de construcción minerales, el tiempo de reacción de 10 minutos no es suficiente para terminar la reacción química de la medición CM.

Los valores para la aptitud de colocación son valores límite empíricos (valores prácticos) que se establecen en normas nacionales y se han ido ajustado una y otra vez a lo largo del tiempo. En la página 46 se indican valores límite actuales.

Toma de muestras representativas

La siguiente figura ilustra el problema de la distribución de la humedad durante la toma de muestra de prueba para determinar la aptitud de colocación. Una toma de muestra de prueba realizada de forma incorrecta conduce a discusiones que podrían evitarse. Debido al comportamiento de secado de las capas que se secan solo por un lado, es muy importante que la muestra se tome abarcando toda la sección. Solo de esta forma será representativa.

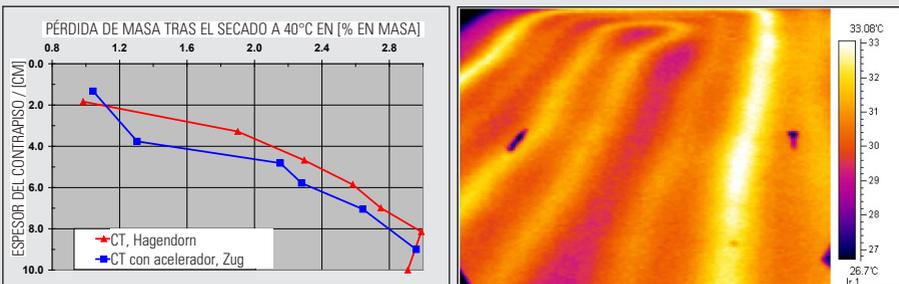


Las imágenes muestran los puntos de tomas de muestras de prueba encontrados en la misma vivienda para la valoración de la aptitud de colocación.

Toma de muestra 1: Calefacción desconectada, material de prueba tomado únicamente hasta la altura de la calefacción por suelo radiante. Medida: encender calefacción. **Toma de muestra 2:** Una semana después, material de prueba tomado únicamente hasta la altura de la calefacción por suelo radiante: incertidumbre causada debido a un mismo valor. **Toma de muestra 3:** Medición CM encargada por la dirección de obra, muestra de prueba tomada directamente sobre un conducto de calefacción a una profundidad de 3 cm. **Toma de muestra 4:** Por primera vez, la muestra de prueba se tomó en toda la sección, se midió la altura de instalación del contrapiso de 10 cm en lugar de los 8 cm previstos. **Toma de muestra 5:** La toma de muestra óptima en toda la sección tiene lugar con un cincel eléctrico.

Condiciones de secado y distribución de la humedad

Un contrapiso puede considerarse como una gran placa plana, que durante la fase de secado sólo puede liberar su agua a través de la superficie, es decir, al aire ambiente. El agua es transportada hacia fuera de la estructura en forma de gas a través del aire ambiente. La velocidad de la evaporación del agua al aire ambiente depende en gran medida de las condiciones climáticas del ambiente y de la intensidad de movimiento del aire. Cuanto más fuerte sea la ventilación, mejor será la descarga de agua del material de construcción al aire ambiente. Además de la ventilación, una baja humedad ambiente aumenta la capacidad de transporte del aire. Una baja humedad ambiente se consigue en obra generalmente mediante aumento de la temperatura del aire ambiente. Una mayor temperatura del aire ambiente y del material de construcción provoca una mayor movilidad de las moléculas de agua. Hay que tener en cuenta la idoneidad del material de construcción para la temperatura seleccionada o su reacción al aumento de temperatura (posible abombamiento en el caso de un contrapiso de cemento).



Debido al secado solo por un lado, el contrapiso presenta un perfil de humedad: arriba se seca de forma relativamente rápida y hacia abajo la humedad es mayor. **(Imagen arriba a la izquierda)**

Dependiendo de la geometría de la habitación, la luz solar, la ventilación, la calefacción por suelo radiante y también la altura de instalación, sobre la superficie también se genera una distribución de humedad diferente. **(Imagen arriba a la derecha)**

Toma de muestra de prueba y homogeneización de la muestra

Tomar la muestra con martillo y cincel de una superficie de aproximadamente 100 x 100 mm de la base a estudiar y abarcando uniformemente toda la sección. (Incluso mejor con un cincel eléctrico). Colocar todos los fragmentos tomados consecutivamente en una bolsa de PE. Tras finalizar la toma de la muestra, romper los fragmentos en la bolsa con la ayuda del mazo. La bolsa se romperá en el proceso. Pasar el material de muestra triturado a una bolsa de PE nueva y homogeneizar agitando. Repetir este procedimiento hasta que los fragmentos sean inferiores a 10 mm.

Tomar y pesar un peso inicial representativo del material triturado y homogeneizado.

Nota: El peso inicial depende del material de muestra y de la precisión del manómetro. Para los siguientes materiales deben utilizarse los siguientes pesos iniciales:

- Contrapiso de sulfato de calcio 100 g (en caso de manómetro digital es suficiente con 50 g)
- Contrapiso de hormigón/cemento 50 g



Puede encontrar un **vídeo tutorial sobre la toma de muestra de prueba y la homogeneización de muestras** en nuestro canal de Youtube en: www.youtube.com/c/Radtke-messtechnik o directamente con el código QR adyacente. Vídeos disponibles en alemán, inglés, francés e italiano.



Procedimiento de medición sin varilla de trituración

Coloque primero las bolas de acero y luego la muestra sin pérdidas en el cilindro de presión seco. Mientras inclina suavemente el cilindro de presión, deslice con cuidado una ampolla de vidrio de carburo de calcio en el cilindro. Colocar la tapa con el manómetro y cerrarla de forma estanca al gas. Para evitar cambios de humedad, estos procesos deben realizarse rápidamente. El cilindro de presión debería estar a temperatura ambiente.

Nota: Si el cilindro de presión está muy frío, se puede calentar hasta temperatura ambiente con una calibración in situ.

Medición y trituración: La ampolla de vidrio se rompe mediante agitación vigorosa del cilindro de presión. Triturar el material de prueba en el cilindro de presión con la ayuda de las bolas de acero **durante 2 minutos** moviéndolo enérgicamente hacia arriba y hacia abajo y con movimientos circulares. Dejar reposar el cilindro de presión a continuación en un lugar sombreado.

5 minutos después de cerrar el cilindro de presión, vuelva a agitar enérgicamente el material de prueba **durante 1 minuto** y deje que el cilindro de presión vuelva a reposar en un lugar sombreado.

10 minutos después de cerrar el cilindro de presión, agitar de nuevo brevemente el material de prueba (aproximadamente 10 segundos) y, a continuación, leer la presión en el manómetro y registrarla en el protocolo.

Determine el contenido de humedad directamente en el manómetro con las escalas especiales y regístrelo en el protocolo con una precisión de un decimal.

Nota: Abrir el cilindro de presión cuidadosamente después de la lectura (gas inflamable). Vaciar el contenido. Control visual del material de prueba (la pasta de cemento debe estar en forma de polvo).

Limpiar el cilindro con un cepillo de cilindro seco y las bolas con un paño seco, dejándolos listos para la siguiente comprobación. Limpiar la junta de la tapa en el manómetro.



Puede encontrar un **vídeo tutorial sobre la comprobación de la aptitud de colocación con el método del carburo** en nuestro canal de Youtube en: www.youtube.com/c/Radtke-messtechnik o directamente con el código QR adyacente. Vídeos disponibles en alemán, inglés, francés e italiano.



Procedimiento de medición con varilla de trituración

Nota: La variante con la varilla de trituración tiene dos ventajas:

1. El material de muestra se tritura de forma controlada, segura y uniforme antes de la reacción química, lo que aumenta considerablemente la reproducibilidad de los resultados de las mediciones.
2. Debido a la separación temporal entre la trituración de la muestra y la reacción química, la posible presencia de sílex en los áridos no tiene un efecto perjudicial en la determinación de la humedad residual.

Trituración previa: Coloque primero las bolas de acero y luego la muestra sin pérdidas en el cilindro de presión seco. Colocar la varilla de trituración y triturar el material de muestra junto con las bolas de acero durante 2 minutos. Retirar la varilla de trituración.



50 g de muestra respectivamente antes y después de la trituración previa con la varilla de trituración.

Medición: Mientras se inclina suavemente el cilindro de presión, deslizar con cuidado una ampolla de vidrio de carburo de calcio en el cilindro. Colocar la tapa con el manómetro y cerrarla de forma estanca al gas. Para evitar cambios de humedad, estos procesos deben realizarse rápidamente. El cilindro de presión debería estar a temperatura ambiente. La ampolla de vidrio se rompe mediante agitación vigorosa del cilindro de presión. Mezclar el material de prueba en el cilindro de presión con la ayuda de las bolas de acero **durante 1 minuto** moviéndolo enérgicamente hacia arriba y hacia abajo y con movimientos circulares. Dejar reposar el cilindro de presión a continuación en un lugar sombreado.

10 minutos después de cerrar el cilindro de presión, agitar de nuevo brevemente el material de prueba (aproximadamente 10 segundos) y, a continuación, leer la presión en el manómetro y registrarla en el protocolo. Determine el contenido de humedad directamente en el manómetro con las escalas especiales y regístrelo en el protocolo con una precisión de un decimal.

Nota: Abrir el cilindro de presión cuidadosamente después de la lectura (gas inflamable). Vaciar el contenido. Control visual del material de prueba (la pasta de cemento debe estar en forma de polvo).

Limpiar el cilindro con un cepillo de cilindro seco y las bolas con un paño seco, dejándolos listos para la siguiente comprobación. Limpiar la junta de la tapa en el manómetro.



Puede encontrar un vídeo tutorial sobre la comprobación de la aptitud de colocación con el método del carburo utilizando la varilla de trituración en nuestro canal de Youtube en: www.youtube.com/c/Radtke-messtechnik o directamente con el código QR adyacente. Vídeos disponibles en alemán, inglés, francés e italiano.

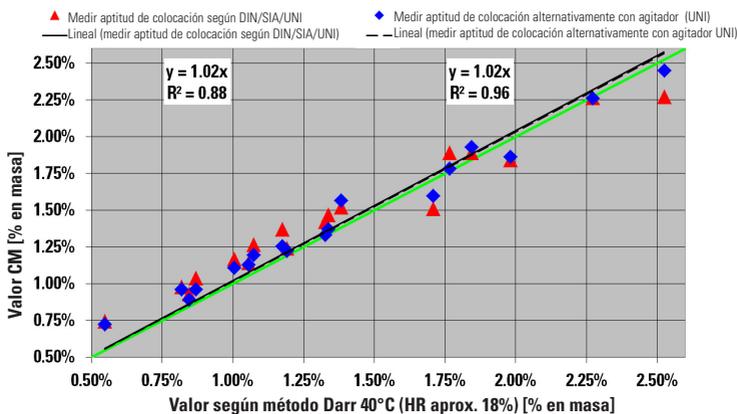
Nota: Para ambos procedimientos de medición es válido que: En el caso de contrapisos cementosos y ligados con sulfato de calcio, es posible un aumento de presión adicional. Este no debe tenerse en cuenta, ya que existe agua ligada químicamente (es decir, fija).

El procedimiento de medición con varilla de trituración libera menos agua ligada de forma cristalina porque el cilindro se agita durante menos tiempo.

Comparación de ambos procedimientos de medición

Una comparación de los resultados de diferentes contrapisos cementosos muestra una muy buena concordancia de los resultados. Las muestras también se secaron además a 40°C (18% de HR) como referencia. Esto también ilustra que no sólo los sistemas ligados con sulfato de calcio pueden secarse a 40°C (idealmente al 25% de HR), sino también los sistemas cementosos cuando se trata de la proporción de agua libre en una muestra mineral.

La línea verde representa la línea de referencia de los valores de secado a 40°C. Los triángulos rojos son los valores CM según la norma DIN 18560 y los diamantes azules son los valores CM según el procedimiento de medición con la varilla de trituración (UNI 10329 y SIA 253). Ambas series de datos coinciden muy bien con la línea de referencia verde, siendo el valor R2 de los resultados del procedimiento de medición con la varilla de trituración más cercano a 1 y, por tanto, más preciso.



Valores límite habituales de aptitud de colocación

Valores de aptitud de colocación según DIN 18560

	Ligante	calefactado	no calefactado
Contrapiso cementoso		1.8 CM-% ¹	2.0 CM-%
Contrapiso de sulfato de calcio		0.5 CM-%	0.5 CM-%

¹ Debajo de revestimientos de piedra y cerámicos: 2,0 a 2,5 % CM según DIN 18157

CONCLUSIONES

Las indicaciones en las instrucciones de uso corresponden al estado actual de nuestros conocimientos y tienen por objeto informar sobre nuestros productos y sus posibles aplicaciones. No tienen como objetivo garantizar determinadas características de los productos o su idoneidad para un uso específico. Debe tenerse en cuenta cualquier derecho de propiedad industrial existente.

Trabajamos constantemente para mejorar nuestros productos. Por lo tanto, nos reservamos el derecho a realizar cambios y mejoras en los productos descritos en estas instrucciones de uso sin previo aviso.

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD

Directivas CE aplicables:

Confirmamos que nuestros productos han sido fabricados de acuerdo con las siguientes directivas.

- 2002/95/CE del Parlamento Europeo y el Consejo del 27/01/2003 sobre la limitación del uso de determinadas sustancias peligrosas en equipamientos eléctricos y electrónicos.
- 2002/96/CE del Parlamento Europeo y el Consejo del 27/01/2003 sobre equipamientos eléctricos y electrónicos antiguos.
- Reglamento (CE) nº 1907/2006 (Reglamento REACH) del Parlamento Europeo y el Consejo del 18/12/2006.
- Fabricación del cilindro de presión según la directiva de equipos a presión 97/23/CE del 29 de mayo de 1997 para la armonización de la normativa de los Estados miembro relativas a equipos a presión.
- Montaje del manómetro a partir de las versiones CLASSIC y BUSINESS según EN 8372 Manómetros, recomendaciones de selección e instalación de manómetros.
- Las ampollas de carburo están etiquetadas y marcadas según el Reglamento CLP nº 1272 / 2008 y el embalaje para las ampollas de carburo cumple las normas según ADR / IMDG / IATA.

PROTOCOLO DE MEDICIÓN CM

EMPRESA: _____

NOMBRE: _____



Edificio/ropiedad						
Sección de estructura/componente						
Planta/vivienda						
Tipo de solado	CT		CA		CAF	
	OTRO:					
Aditivo						
Calefacción por suelo radiante	SÍ			NO		

DOCUMENTACIÓN AIRE AMBIENTE

Temperatura	[°C]	[°C]	[°C]
Humedad	[%HR]	[%HR]	[%HR]

DOCUMENTACIÓN SUELO

Medición n°:	1	2	3
Espesor del solado	[mm]	[mm]	[mm]
Temperatura	[°C]	[°C]	[°C]

COMPROBACIÓN PREVIA

Equipo de comprobación			
Valor de medición Digitos			

RESULTADO MATERIAL KLIMA «CCM HYGRO COMBI»

Humedad de equilibrio	[%HR]	[%HR]	[%HR]
Temperatura de equilibrio	[°C]	[°C]	[°C]

RESULTADO MEDICIÓN CM

Peso inicial	[g]	[g]	[g]
Presión	[bar]	[bar]	[bar]
Contenido de agua	[% en m.]	[% en m.]	[% en m.]
Temperatura	[°C]	[°C]	[°C]

¿Aptitud de colocación alcanzada?

	SÍ	No	SÍ	NO	SÍ	NO
Fecha/Firma						
Propietario						



Distribución CH / Mundo:

Dr. Radtke CPM AG, Lättichstrasse 4A, CH-6340 Baar/ Suiza

Teléfono +41 41 710 00 32, correo electrónico: info@cpm-radtke.com, www.radtke-measuring.com

Distribución: UE/EEE:

Radtke Messtechnik Vertriebs GmbH, Schaanerstrasse 27, LI-9490 Vaduz/ Liechtenstein

Teléfono +423 230 11 66, correo electrónico: info@vertrieb-radtke-messtechnik.com

© Reproducción total o parcial sólo con la autorización del editor. Versión: 2.02 impresión 08/21