

1997-11-26

PIE DE REY. REQUISITOS Y ENSAYOS



E: VERNIER CALLIPERS. REQUIREMENTS AND TESTING

CORRESPONDENCIA: esta norma es equivalente (EQV) a la
DIN 862

DESCRIPTORES: instrumento de medición; pie de rey;
metrología; medición de dimensión

I.C.S.: 17.040.30

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. 6078888 - Fax 2221435

Prohibida su reproducción

PRÓLOGO

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, **ICONTEC**, es el organismo nacional de normalización, según el Decreto 2269 de 1993.

ICONTEC es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya Misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas competitivas en los mercados interno y externo.

La presentación de todos los sectores involucrados en el proceso de Normalización Técnica está garantizada por los Comités Técnicos y el período de Consulta Pública, este último caracterizado por la participación del público en general.

La NTC 4303 fue ratificada por el Consejo Directivo el 1997-11-26

Esta norma está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

A continuación se relacionan las empresas que colaboraron en el estudio de esta norma a través de su participación en el Comité Técnico 000002 "Metrología".

EQUIPOS Y CONTROLES INDUSTRIALES S. A. SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

Además de las anteriores, en Consulta Pública el Proyecto se puso a consideración de las siguientes empresas:

ACEITES Y GRASAS VEGETALES S.A.
AROTEC COL.
ASEA BROWN BOVERI
ASOCRETO
BÁSCULAS PROMETÁLICOS
CERAMITA S.A.
CHICLE ADAMS S.A.
COATS CADENA A.
COLCERÁMICA
COLOMBIANA UNIVERSAL DE PAPELES S. A.
COMPAÑÍA NACIONAL DE VIDRIOS S.A.
CONCRETOS PREMEZCLADOS
ELECTROPORCELANA GAMMA S.A.
EMPRESA COLOMBIANA DE PETRÓLEOS "ECOPETROL"
FÁBRICA DE TORNILLOS GUTENBERTO S.A.
FÁBRICA NACIONAL DE MUÑECOS
DIVISIÓN DE INTERPLÁSTICOS

ICOLLANTAS S. A. INCAUCA S.A.
INCOLBESTOS
FIBERGLASS COLOMBIANA S.A.
GRIVAL S.A.
INDUSTRIAS E INVERSIONES SAMPER
INGENIERÍA DE SERVICIOS
METRON
POLYGAR
PROCABLES
PRODUCCIONES GENERALES LTDA.
PROMETÁLICOS S.A.
PROQUINAL S.A.
SENA COLOMBO ITALIANO
SISTEMA E INSTRUMENTACIÓN LTDA.
THERMOMETRIC S.A.
TUBOTEC LTDA.
UNILEVER ANDINA S.A.
UNIVERSIDAD JAVERIANA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
WALTER ROTHLSBERGER

ICONTEC cuenta con un Centro de Información que pone a disposición de los interesados normas internacionales, regionales y nacionales.

DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

PIE DE REY. REQUISITOS Y ENSAYO

Para estar al día con las normas publicadas por la ISO (Organización Internacional de Normalización), se ha usado una coma en todo el texto como el marcador decimal.

Véanse las notas explicativas en relación con las normas internacionales ISO 3599: 1976 e ISO 6906: 1984.

Dimensiones en mm

0. Esta norma es equivalente a su documento de referencia excepto en el numeral 7.5 Material, en el cual se determinó que para acero inoxidable la dureza es de 500 HV.5

1. OBJETO

Esta norma se aplica tanto a pie de rey análogos con un intervalo de medición máximo de 0 mm a 2 000 mm y a escala nonio o escala circular en 0,1 mm, 0,05 mm ó 0,02 mm y a pie de rey con salida digital en intervalos de 0 mm hasta un máximo de 1 000 mm en incrementos de 0,01 mm.

2. TERMINOLOGÍA

Véase la norma DIN 2257 partes 1 y 2 para los conceptos relativos a metrología dimensional, y la norma DIN 1319 partes 1 a 4 para los conceptos metrológicos básicos.

3. DESIGNACIONES Y DIMENSIONES

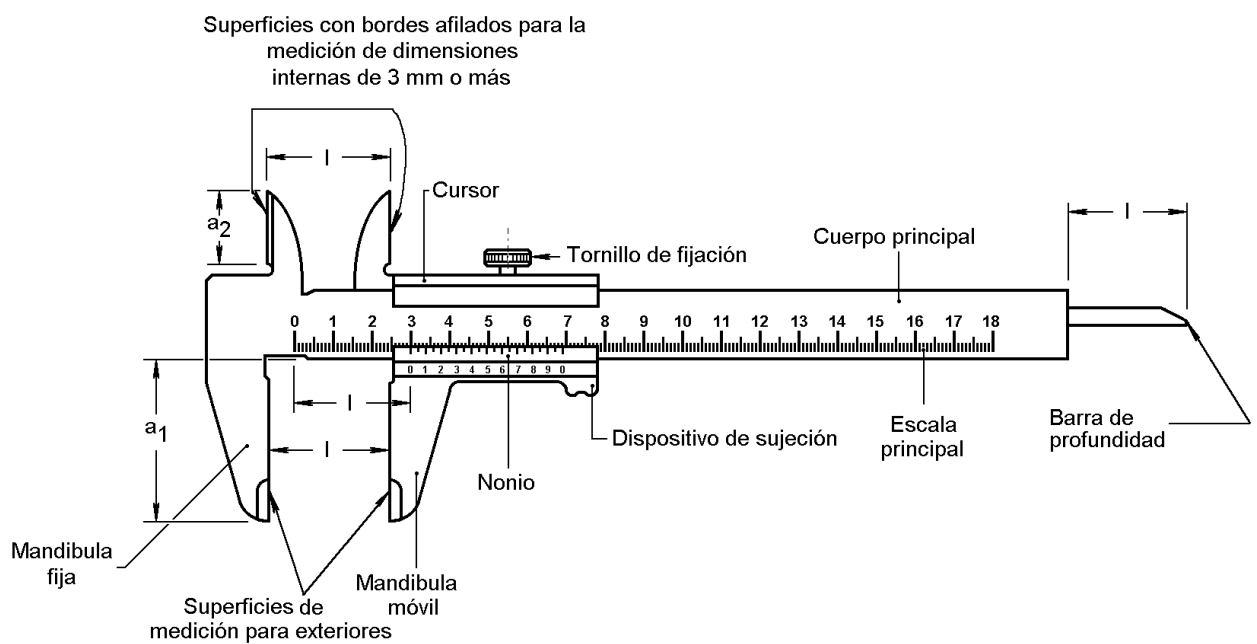
No se espera que los pie de rey concuerden con los diseños ilustrados en la presente norma; sólo se requiere conformidad para las dimensiones especificadas.

Para tolerancias generales, se debe aplicar el grado de exactitud m, como se especifica en la norma DIN 7168.

3.1 **PIE DE REY DISEÑADOS PARA MEDICIÓN INTERNA, EXTERNA Y PROFUNDIDAD**

- **Tipo 1A**, con tornillo de fijación
- **Tipo 2A**, con dispositivo de fijación

Estos tipos normalmente se diseñan para medir longitudes de hasta 160 mm.

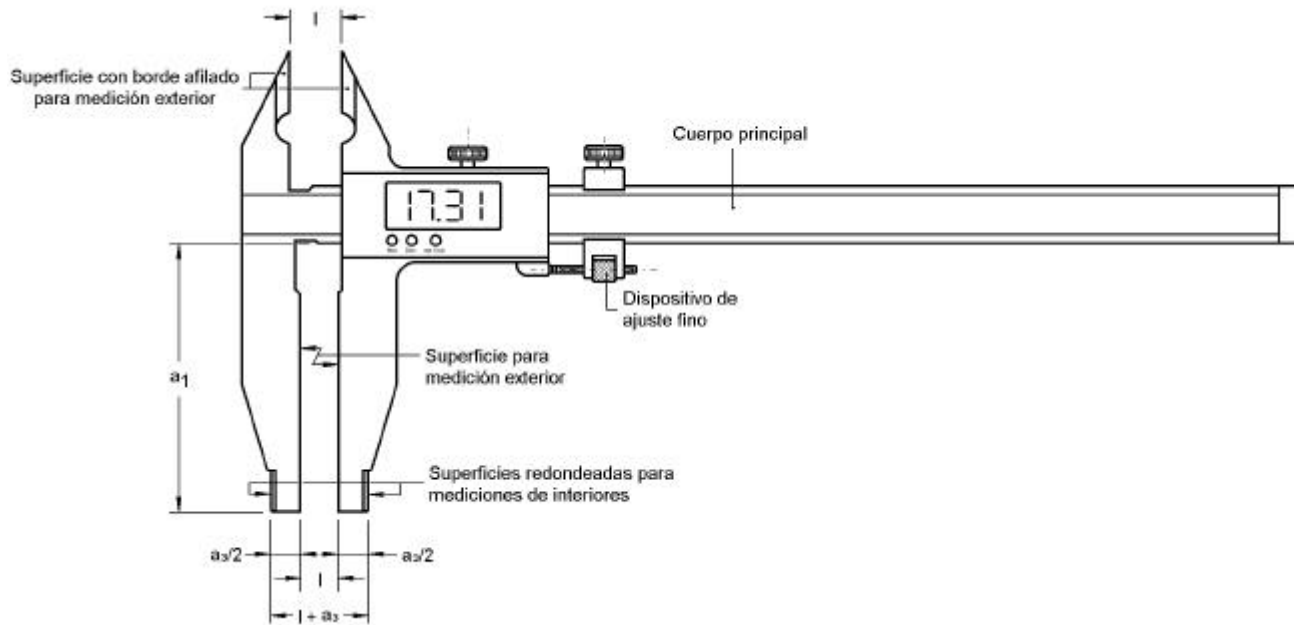


Las dimensiones son las especificadas en la Tabla 1, y las indicaciones como se establecen en el numeral 4.

Figura 1. Pie de rey análogos (con escala principal y nonio).

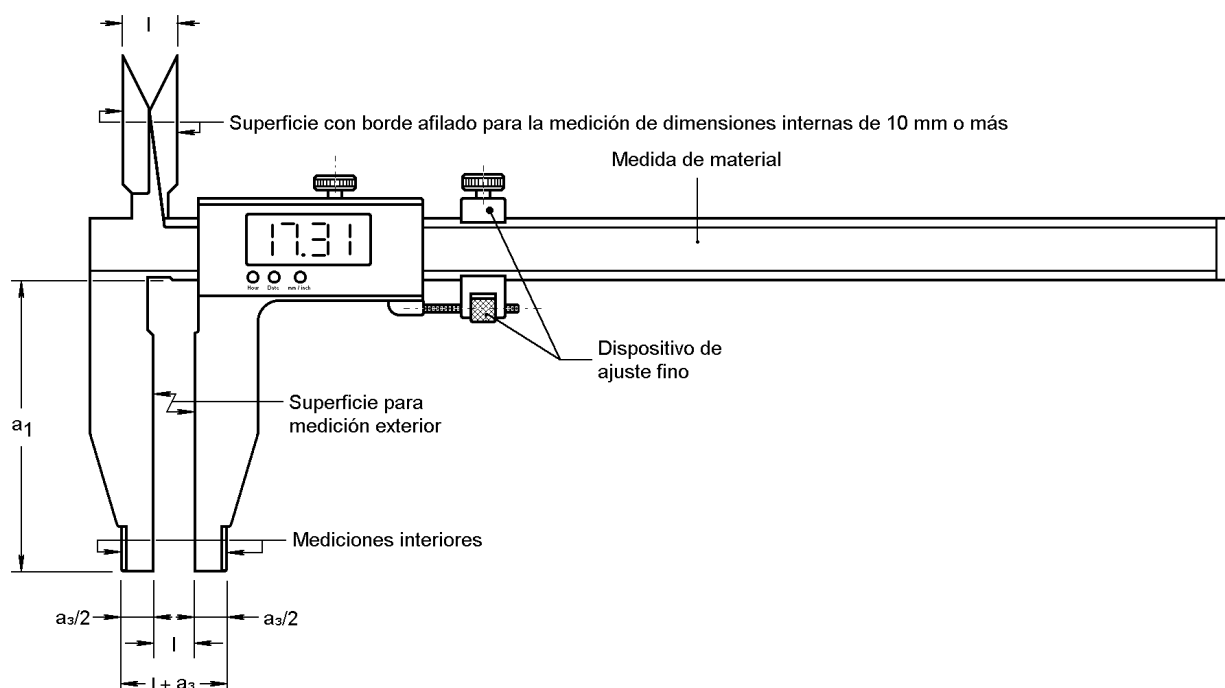
3.2 PIE DE REY DISEÑADOS PARA MEDICIONES INTERNAS Y EXTERNAS

Tipo B



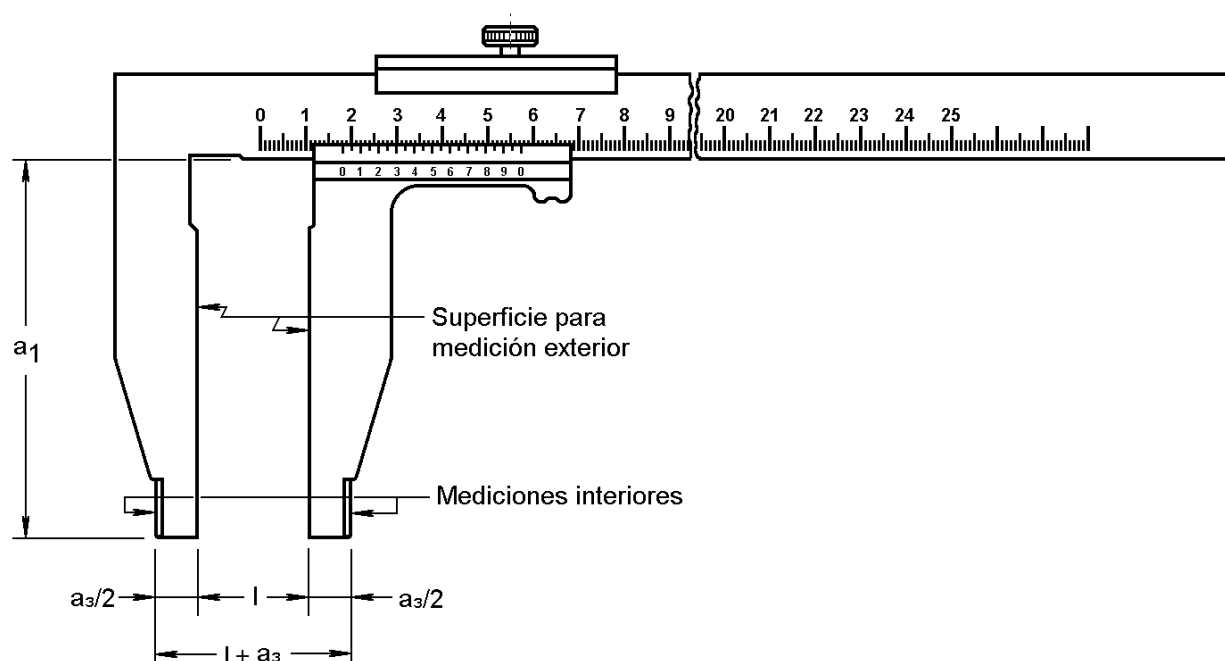
Los demás detalles se aprecian en la Figura 1; las dimensiones son las especificadas en la Tabla 1 y las indicaciones como se establecen en el numeral 4.

Figura 2. Pie de rey digitales tipo B con dispositivo de ajuste fino (F)

Tipo D

Los demás detalles se aprecian en la Figura 1; las dimensiones son las especificadas en la Tabla 1 y las indicaciones como se establecen en el numeral 4.

Figura 3. Pie de rey digital con dispositivo de ajuste fino (F)

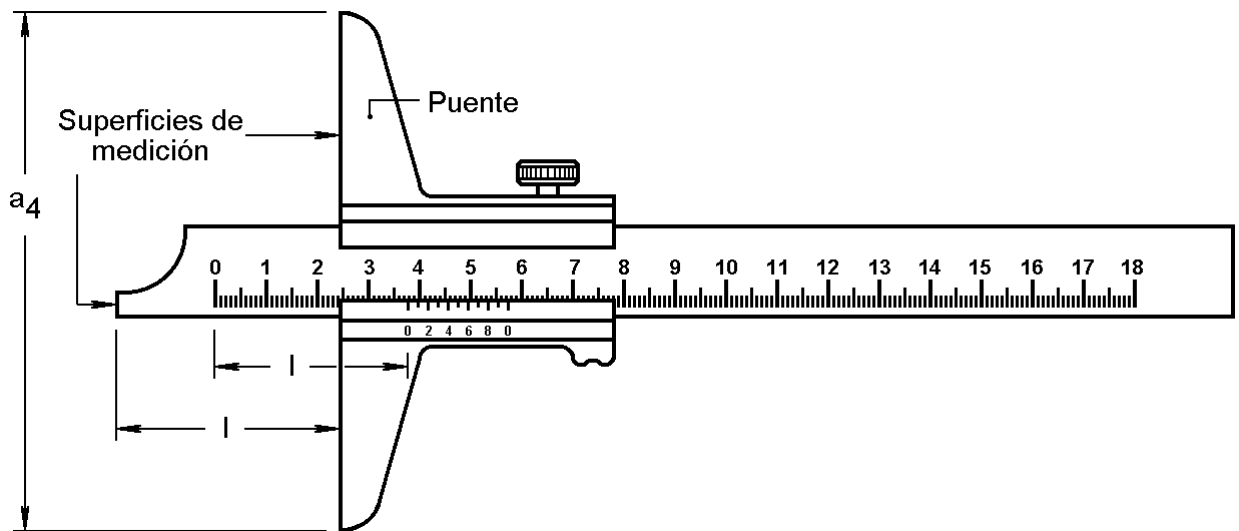
Tipo E

Los demás detalles se aprecian en la Figura 1; las dimensiones son las especificadas en la Tabla 1 y las indicaciones como se establecen en el numeral 4.

Figura 4. Pie de rey análogo tipo E (escala principal y nonio)

3.3 PIE DE REY DISEÑADOS PARA MEDICIONES DE PROFUNDIDAD

Tipo C



Los demás detalles se aprecian en la Figura 1; las dimensiones son las especificadas en la Tabla 1 y las indicaciones como se establecen en el numeral 4.

Figura 5. Pie de rey análogo tipo C
(escala principal y nonio)

Tabla 1. Dimensiones

Rango de medición ¹⁾	Longitud de las mandíbulas, a ₁ ²⁾	Longitud mínima de las superficies para medición interna a ₂	Ancho combinado de mandíbulas para medición interna a ₃	Longitud del puente para pie de rey de profundidad a ₄
0 - 160	40	8	5	100
0 - 200	60		10	
0 - 250	75			
0 - 300	90	10	20	150
0 - 400	125			
0 - 500	150	15		
0 - 750				250
0 - 1000				
0 - 1500		-		
0 - 2000	200	20		

1) El rango de medición de los pie de rey equipados con un dispositivo de ajuste fino se puede reducir de acuerdo con la longitud del dispositivo implicado.

2) Para la longitud de las mandíbulas, a₁, debe ser igual a una tercera parte del rango de medición hasta un límite superior de 300 mm. En el caso de pie de rey con resolución de 0,02 mm, la longitud debe ser más corta con el fin de evitar que los resultados se distorsionen indebidamente debido a la no conformidad con el principio de Abbe.

4. TIPOS DE INDICACIÓN

4.1 INDICACIÓN ANÁLOGA

4.1.1 Escala lineal

Existen dos tipos de indicación en una escala lineal. El primer tipo (letra: N) es como se ilustra en la Figura 9): la escala principal está en el cuerpo principal y el nonio con la escala del nonio está sobre la cara biselada del cursor. El segundo tipo (letra: P) está diseñado para dar una lectura de paralaje libre (véase la Figura 10), con la escala principal sobre el cuerpo principal y el nonio con la escala del nonio sobre la cara horizontal del cursor.

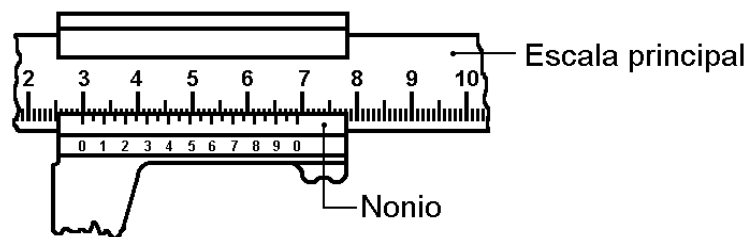


Figura 6. Indicación análoga (diseño de nonio como se ilustra en la Figura 9).

4.1.2 Escala lineal y escala circular.

Este tipo de indicación (letra: R) consta de una escala circular sobre el cuerpo principal, mientras que la lectura del nonio se indica en una escala circular montada en el cursor.

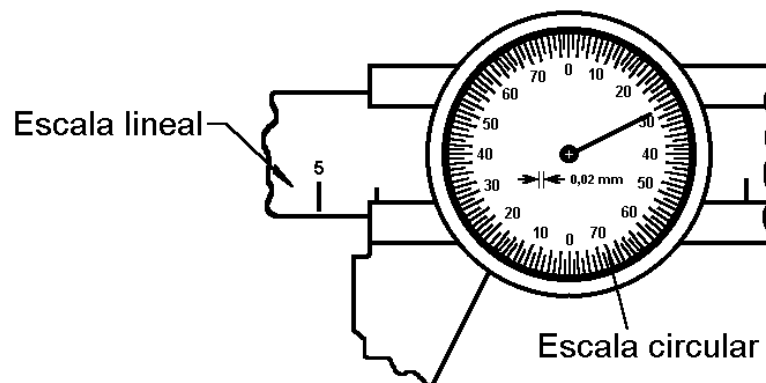


Figura 7. Indicación análoga con una escala circular

4.2 INDICACIÓN DIGITAL

El cuerpo principal de los pie de rey con o sin salida digital (letra: Z) toma la magnitud de una medida recorrida, y la lectura del nonio se indica digitalmente en el cursor.

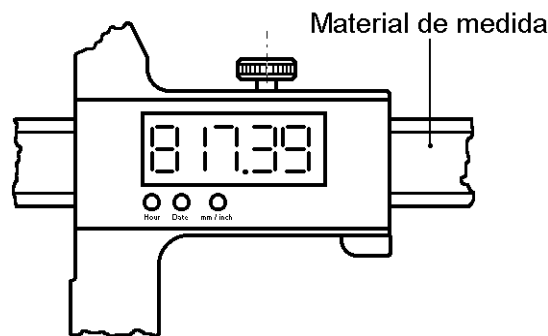


Figura 8. Indicación digital

5. DESIGNACIÓN

Los pie de rey especificados en esta norma se deben designar como se ilustra en el siguiente ejemplo:

Pie de rey DIN 862	- B R -	0,02	- 400	-St 3 F
Término				
Número DIN				
Tipo				
Tipo de indicación (según el numeral 4)				
Resolución del nonio				
Rango de medición				
Símbolo del material (según el numeral 7.5)				
Acabado de fondo de la escala (según el numeral 6)				
Símbolo para dispositivos adicionales (según el numeral 6)				

6. CARACTERÍSTICAS OPCIONALES

Los pie de rey se pueden suministrar con los siguientes características adicionales:

- Dispositivo de ajuste fino (letra: F)
- Interfaz (para pie de rey con salida digital: S)

El fondo de la escala del cuerpo principal y el nonio se puede dejar como está (código número 1), con un acabado cromado mate (código número 2), o el fondo de la escala en el cuerpo principal sola (código número 3), o en el nonio solo (código número 4), puede tener un acabado cromado mate.

7. REQUISITOS

7.1 LÍMITES DE ERROR

La conformidad con los límites de error dados se debe verificar a la temperatura de referencia de 20 °C, como se especifica en la norma DIN 102.

Véase la norma DIN 1319 parte 3, con respecto a la especificación de límites de error.

Los límites de error, G, son una función de la longitud medida, l, y se deben determinar con base en las ecuaciones presentadas abajo: los valores obtenidos se dan con aproximación a 0,01 mm de acuerdo con la norma DIN 1333 Parte 2.

De lo anterior resulta evidente que los límites de error deben siempre ser mayores que el incremento digital o la lectura del nonio o escala circular, particularmente para magnitudes objeto de medición que se acercan al límite superior del intervalo de medición (véanse las notas sobre el uso de los pie de rey en el numeral 10).

Las ecuaciones se aplican para condiciones en las que la dirección de la fuerza aplicada durante la medición no cambia. Cuando cambia, y para las mediciones hechas con ayuda de una barra de profundidad para medición de profundidad, los valores obtenidos para los límites de error se deben incrementar en 20 μm.

La determinación de los límites de error para pie de rey análogos (nonio, escala circular) con resolución en el nonio de 0,1 mm o 0,05 mm:

$$G = \left(20 + \frac{l}{10 \text{ mm}} \right) \mu\text{m} \geq 50 \mu\text{m}$$

La determinación de los límites de error de los pie de rey con resolución o lecturas del nonio de 0,02 mm, y para pie de rey digitales:

$$G = \left(22 + \frac{l}{50 \text{ mm}} \right) \mu\text{m}$$

En la Tabla 2 se indican los límites de error correspondientes a las longitudes medidas específicas.

7.2 CURSOR

Si el diseño del cursor le permite sujetarse al cuerpo principal, la indicación obtenida para una dimensión dada no se debe alterar cuando el cursor esté sujeto al cuerpo principal.

En el caso de pie de rey digitales, se considera aceptable un cambio en la indicación de un incremento durante la sujeción.

7.3 MANDÍBULAS

La dimensión significativa de las mandíbulas para fines de medición, es decir, su proyección, se especifica como una función del rango de medición de la Tabla 1.

7.4 FUERZA DE ROZAMIENTO

La fuerza de rozamiento entre el cursor y el cuerpo principal debe permitir que el cursor se desplace libremente por toda la longitud de ésta.

7.5 MATERIAL

Los pie de rey se deben fabricar en acero no aleado (St) o de acero inoxidable (nrSt), y se deja a discreción del fabricante el grado del acero.

La dureza Vickers de las superficies de medición debe ser de 700 HV 5 (aproximadamente equivalente a la dureza Rockwell 59 HRC) en el caso de acero no aleado, y mínimo 550 HV 5 (aproximadamente equivalente a la dureza Rockwell 52 HRC) en el caso de acero inoxidable.

Tabla 2. Límites de error

Longitud medida, l	Límites de error, G ¹⁾ , en μm		
	Intervalo de la escala o lectura del nonio 0,1 y 0,05		Incremento digital 0,01
50	50	20	20
100			
200		30	30
300			
400	60		
500	70		
600	80	40	40
700	90		
800	100		
900	110		
1000	120	50	-
1200	140		
1400	160		
1600	180		
1800	200	60	
2000	220		

1) En metrología práctica, los límites de error simétricos son la regla, y en consecuencia se indican aquí por un solo valor. El uso de los signos ± para especificar los límites de error en la actualidad no se recomienda.

7.6 PIE DE REY ANÁLOGOS

7.6.1 Escala en el cuerpo principal. La resolución de la escala en el cuerpo principal de los pie de rey con un nonio deben ser de 1 mm, y la longitud de la escala excede la del rango de medición nominal del calibre por mínimo la longitud del nonio.

En el caso de pie de rey equipados con escalas circulares, el intervalo de la escala sobre el cuerpo principal puede ser mayor de 1 mm.

Las líneas de la escala tanto del cuerpo principal como del nonio deben tener bordes afilados y perpendiculares a la superficie de guía del cuerpo principal.

Tabla 3. Espesor de las líneas de la escala

Más de	Rango de medición	Hasta	Espesor ¹⁾
		200	0,08 a 0,12
200		300	0,1 a 0,15
300		2 000	0,1 a 0,2
¹⁾ Tolerancia para el espesor de las líneas de la escala en el cuerpo principal y nonio de un pie de rey dado: 30 μm .			

La distancia entre la escala del cuerpo principal y el borde de la superficie graduada biselada del nonio no debe ser superior a 0,3 mm (véase la Figura 9).

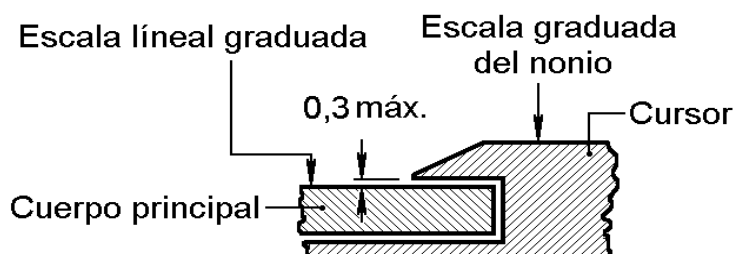


Figura 9. Distancia entre las escalas sobre el cuerpo principal y el nonio

Las escalas sobre el cuerpo principal y sobre el nonio de los pie de rey diseñados para dar una lectura sin paralaje se encuentran en el mismo plano (véase la Figura 10). La distancia entre el cursor y el cuerpo principal de estos pie de rey no debe ser superior a 0,03 mm.

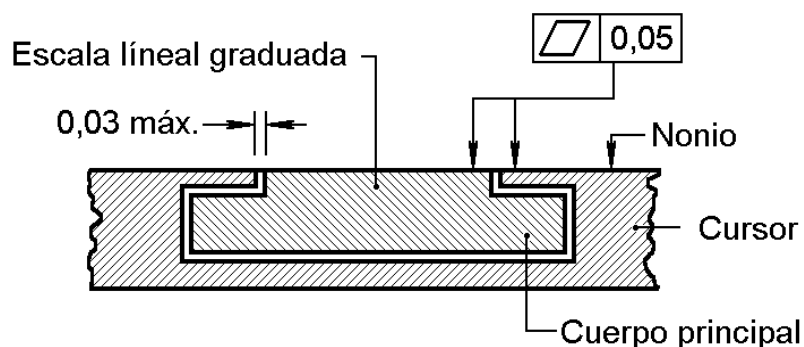


Figura 10. Distancia entre las escalas de los pie de rey diseñados para dar una lectura sin paralaje.

7.6.2 Escala circular

El diseño de las escalas circulares debe ser como se especifica en la norma DIN 878.

7.7 PIE DE REY DIGITALES

7.7.1 Ajuste de la velocidad

La velocidad máxima con la que el cursor se debe ajustar en su posición la debe especificar el fabricante; la velocidad mínima debe ser de 0,5 m/s.

7.7.2 Notificación de error

El dispositivo de indicación digital debe poder notificar errores operativos y del sistema, por ejemplo, notificar que se está excediendo la velocidad máxima de ajuste o que la fuente de alimentación es inadecuada.

7.7.3 Interfaz

Si los pie de rey digitales están provistos con interfaz, el diseño de ésta debe cumplir con una norma DIN, por ejemplo la norma DIN 66348 parte 1.

8. ENSAYO

8.1 LÍMITES DE ERROR

Los bloques calibres, como se especifican en la norma NTC 4302 y los calibres anillo de ajuste como se especifican en la norma DIN 2250 parte 2, se deben usar para verificar que los resultados de la medición se encuentran dentro de los límites de error dados. Los resultados están influenciados directamente por cualquier desviación de la planitud o paralelismo de las superficies de medición.

Aunque se recomienda que los pie de rey digitales sean ajustados en posición cero con las mandíbulas cerradas antes del ensayo, el cero se puede ajustar en cualquier posición dada de las mandíbulas, ya que las ecuaciones especificadas en el numeral 7 se aplican tanto a direcciones positivas como negativas. Las mediciones se deben hacer en puntos aleatorios en toda la longitud de las superficies de medición y se aplica la misma fuerza al cursor en cada caso.

Los errores en la lectura también se deben verificar midiendo en varias posiciones sobre el rango de medición del pie de rey, para asegurar que las indicaciones separadas involucren diferentes cifras.

8.2 ESPESOR DE LAS LÍNEAS DE LA ESCALA

El espesor de las líneas de la escala se debe verificar con ayuda de instrumentos de medición óptica.

9. ROTULADO

Los pie de rey se deben rotular con el nombre o símbolo del fabricante; los que cumplan los requisitos de esta norma se pueden marcar también con el símbolo NTC 4303

10. NOTAS SOBRE EL USO

Los pie de rey, con excepción de los pie de rey tipo C diseñados para mediciones de profundidad, no cumplen con el principio de Abbe. Al desplazar el cursor, si se hace una presión fuerte sobre la mandíbula que se desliza cuando está en contacto con el objeto por medir, el cursor se inclina, lo que ocasiona distorsiones que influyen en los resultados e incertidumbre en la medición. Para minimizar estas influencias, el objeto que se va a medir se debe sostener entre las superficies de las mandíbulas cerca del cuerpo principal.

Los límites de error se han especificado en función de la longitud en lugar de ser especificados únicamente por medio de una constante, ya que da valores más reales, particularmente para las mayores longitudes medidas. Los efectos de la temperatura y el esfuerzo intensifican la influencia de la longitud sobre el error en la lectura. Esto significa que la menor incertidumbre de medición realizable es mayor que la que podría suponerse a partir de la menor fracción indicada de un milímetro. Se debe tener en cuenta la tolerancia apropiada para esto cuando se evalúan las últimas fracciones de un milímetro del resultado de una medición.

La incertidumbre de la medición se puede reducir por medio de la calibración, lo que implica mediciones hechas sobre patrones de comparación (por ejemplo, bloques calibres como se especifica en la norma NTC 4302 para medición externa y calibres de anillo de ajuste, como se especifica en la norma DIN 2250 parte 2 para medición interna).

Cuando se usan pie de rey con salida digital, se debe recordar que las influencias del ambiente, tales como los campos magnéticos, o la humedad, pueden perjudicar la función del instrumento o dañar irreparablemente los componentes eléctricos.

NORMAS QUE DEBEN CONSULTARSE

Las siguientes normas contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones del mismo. En el momento de la publicación eran válidas las ediciones indicadas. Todas las normas están sujetas a actualización. Se recomienda a las partes que realizan acuerdos con base en esta norma, a que investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las siguientes normas:

NTC 4302:1997, Bloques calibre de caras paralelas. Conceptos, requisitos y ensayos (DIN 861 Part 1).

NTC 4303:1997, Pie de rey. Requisitos y ensayos (DIN 862).

DIN 102:1956, Reference Temperature of Measuring Tools and Workpieces.

DIN 878:1983, Dial Gauges.

DIN 1319 Part 1:1995, Basic Concepts in Metrology; General Concepts.

DIN 1319 Part 2:1980, Basic Concepts in Metrology; Terminology Relating to the Use of Measuring Instruments.

DIN 1319 Part 3:1996, Basic Concepts in Metrology; Terminology Relating to Uncertainty of Measurement and the Assessment of measuring Instruments and Measuring Equipment.

DIN 1319 Part 4:1985, Basic Concepts in Metrology; Treatment of Uncertainties in the Evaluation of Measurements.

DIN 1333 Part 2:1992, Presentation of Numerical Data; Rounding.

DIN 2250 Part 2:1989, GO Ring Gauges and Setting Ring Gauges from 1 to 315 mm Nominal Diameter for Precision Engineering.

DIN 2257 Part 2:1974, Terminology Used in Dimensional Metrology; Practice; Measurement Errors and Uncertainties.

DIN 7168 Part 1:1991, General Tolerances; Linear and Angular Dimensions.

DIN 66348 Part 1:1986, Interfaces and Basic Data Link Control Procedures for Serial Measurement Data Communication; Start-Stop-Transmission, Point-to-Point Connection.

ENMIENDAS

Se han hecho las siguientes enmiendas a la edición de marzo de 1979.

- a) Se han incluido pie de rey digitales que dan lecturas en incrementos de 0,01.
- b) Se han incluido pie de rey con escala nonio o circular que dan lecturas en incrementos de 0,01 mm.
- c) El término "desviación permisible de la indicación" ha sido reemplazado por "límite de error" y se han especificado valores diferentes para este último.
- d) Se han introducido los pie de rey tipo D y E.
- e) Se ha introducido la designación de norma.
- f) Se ha incluido el numeral 10.
- g) Se han adoptado especificaciones en relación con el acabado del fondo de las escalas.
- h) Se han suprimido las tolerancias sobre planicidad, rectitud y paralelismo previamente especificadas para las superficies de medición (véanse las notas explicatorias).

NOTAS EXPLICATORIAS

Esta norma está en conformidad parcial con las normas internacionales ISO 3599-1976, para pie de rey que dan lecturas para 0,1 mm y 0,05 mm, e ISO 6906-1984, para pie de rey que dan lecturas hasta 0,02 mm. Las diferencias principales entre esta norma y las normas ISO son:

- a) La norma ISO 3599 establece el límite superior del intervalo de medición a 1 000 mm, e ISO 6906 lo establece a 500 mm.
- b) Las especificaciones para pie de rey con salida digital o escalas circulares no se incluyen en las normas ISO.
- c) las normas ISO tampoco incluyen un pie de rey diseñado específicamente para medición de profundidad.

Los pie de rey con una lectura nonio hasta 0,02 mm (pie de rey de 1/50) se han incluido en la presente norma, a solicitud de los fabricantes mismos.

Los límites de error especificados aquí son equivalentes en gran parte a los requisitos de exactitud especificados para pie de rey de 1/50 en la norma SI. Se obtienen de una constante y de un componente que depende de la longitud. Este método tiene en cuenta adecuadamente el hecho de que mientras que el valor mínimo para los límites de error está en función del diseño específico del pie de rey, existen otras influencias que conducen a errores en la lectura que son proporcionales a la longitud (por ejemplo, la curvatura del cuerpo principal).

Para pie de rey con escala nonio o circulares que dan lecturas de 0,1 mm y 0,05 mm, el valor mínimo para los límites de error ha sido especificado como 50 μm (es decir, rangos de escala de 0,05 mm) porque el valor de 40 μm dado en la Tabla 3 de la norma DIN 862 de la edición de marzo de 1979 no se puede leer en pie de rey de este tipo.

Se ha prescindido de varias especificaciones de tolerancia, tales como las de planicidad, rectitud y paralelismo de las caras de medición. El comité responsable consideró que depende del fabricante asegurarse de que se cumple con los límites de error y que los detalles de diseño por los cuales se puede alcanzar esta conformidad no se encuentran dentro de los límites de esta norma.

Se ha diseñado un nuevo sistema para designar pie de rey mediante símbolos. Los nuevos símbolos no entran en conflicto con los presentados en esta norma, en su edición de marzo 1979. Sin embargo, como el símbolo B3 se usó en esa edición para pie de rey equipados con nonios con dispositivo de ajuste fino, el número 3 no se pudo usar aquí para caliper digitales. Por lo tanto, estos calibres se designan con el número 4. El dispositivo de ajuste fino ya no se considera como un diseño separado, pero puede ir combinado con todos los tipos, y el símbolo F indica que hay dispositivo de ajuste fino. El número 3 se ha desechado para propósitos de designación.

DOCUMENTO DE REFERENCIA

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. Vernier Callipers. Requirements and Testing. Berlín, 1988. 7 p. il (DIN 862).