



Tema III: Acabado Superficial.



Escuela Politécnica Superior:
Tecnología Mecánica

Definiciones

Superficie real: Límite que separa el cuerpo del resto del resto del espacio. Si el cuerpo se ha obtenido técnicamente, se denomina superficie técnica.

Superficie teórica: Es la superficie definida en el plano de fabricación.

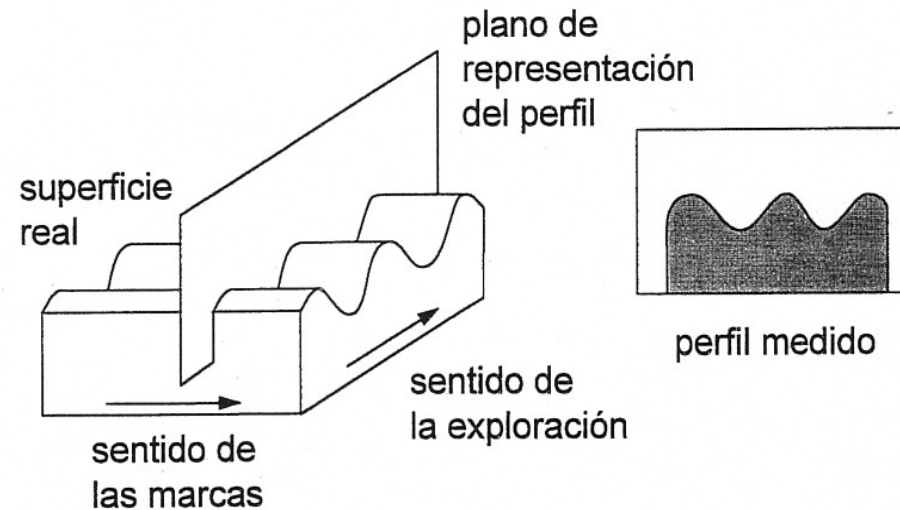
Desviaciones:

- dimensionales.
- de forma.
- de ondulación.
- de rugosidad.

Superficie efectiva: es la superficie realmente obtenida.

Estudio del Acabado Superficial

La intersección del plano de sección con la superficies definidas da lugar a los perfiles real, teórico y efectivo.



El perfil efectivo se puede descomponer en el perfil de forma + perfil de ondulación (W) + perfil de rugosidad (R).

Sistemas de Referencia I

La medición del acabado superficial se puede realizar por procedimientos ópticos, neumáticos y electromecánicos. El palpador sigue el perfil real y el transductor convierte sus desplazamientos en señales eléctricas que tras ser procesadas proporcionan el perfil efectivo y otros parámetros de acabado superficial.

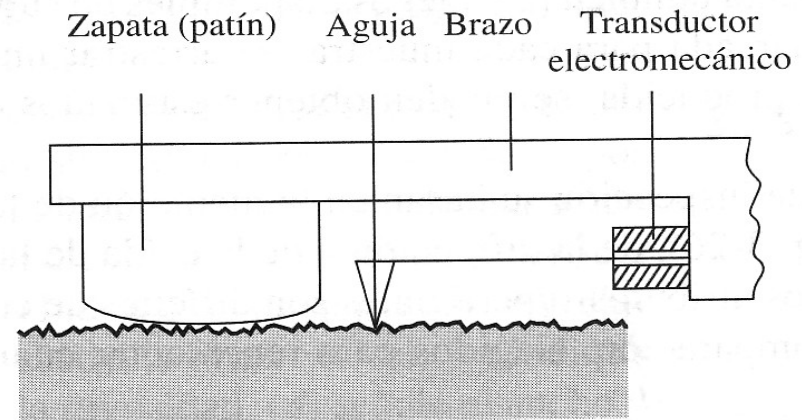
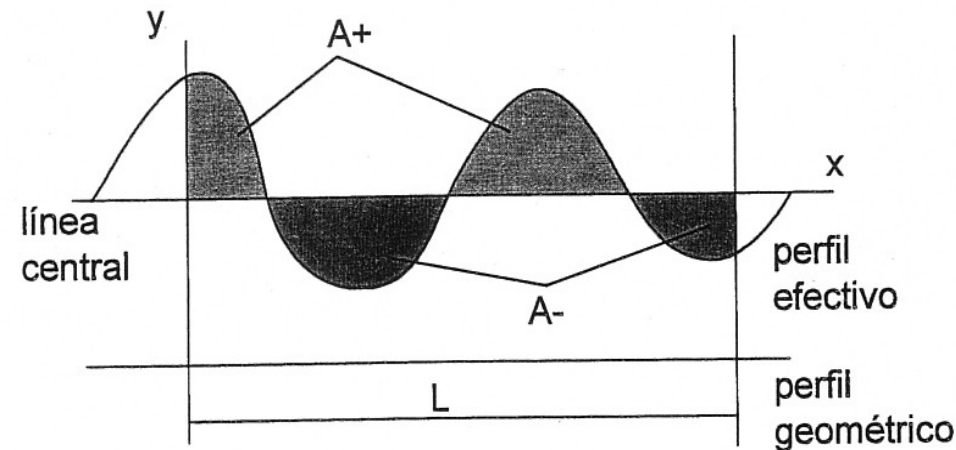


Figura 3-25 Las características superficiales se exponen arrastrando una aguja, unida a un transductor electromecánico, a través de la superficie.

Sistemas de Referencia II

El movimiento del palpador se recoge en el eje X, mientras que el movimiento del palpador en dirección perpendicular registra las desviaciones existentes en el perfil efectivo



En el sistema M, adoptado por UNE e ISO, se considera como línea de referencia la línea **media o promedio**.

Sistemas de Referencia III

La línea media se define sobre una cierta longitud / de la proyección horizontal del perfil y se calcula de manera que la suma de los cuadrados de las distancias de los puntos del perfil efectivo a dicha línea sea mínimo.

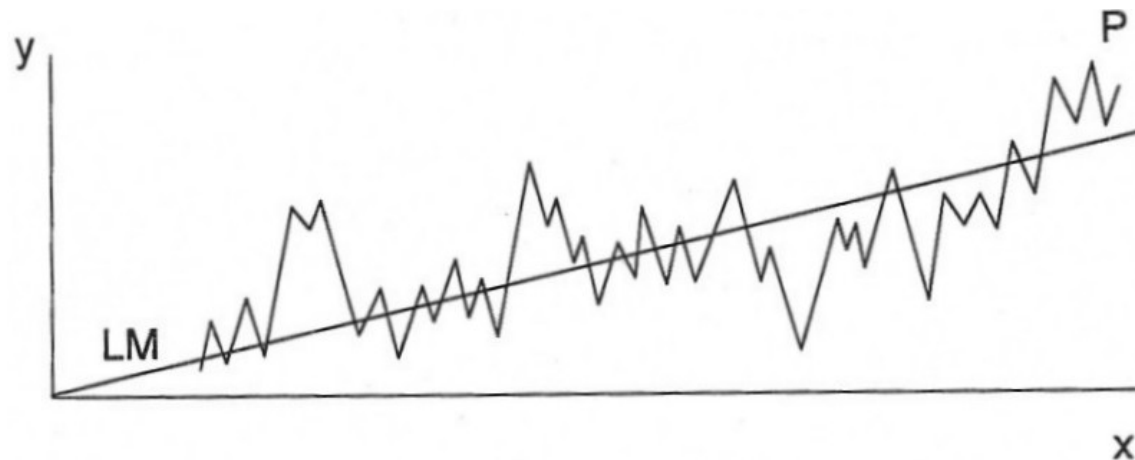


Figura 21.5 Definición de línea media sobre el perfil completo (P)

Sistemas de Referencia IV

La línea central (LC) se define sobre una cierta longitud l de la proyección horizontal del perfil y se calcula de manera que la suma de las áreas encerradas por arriba de la línea central y por debajo del perfil efectivo sea igual a la suma de las áreas encerradas por encima del perfil efectivo y por debajo de la línea central. Además, la línea central debe ser paralela a la dirección general del perfil.

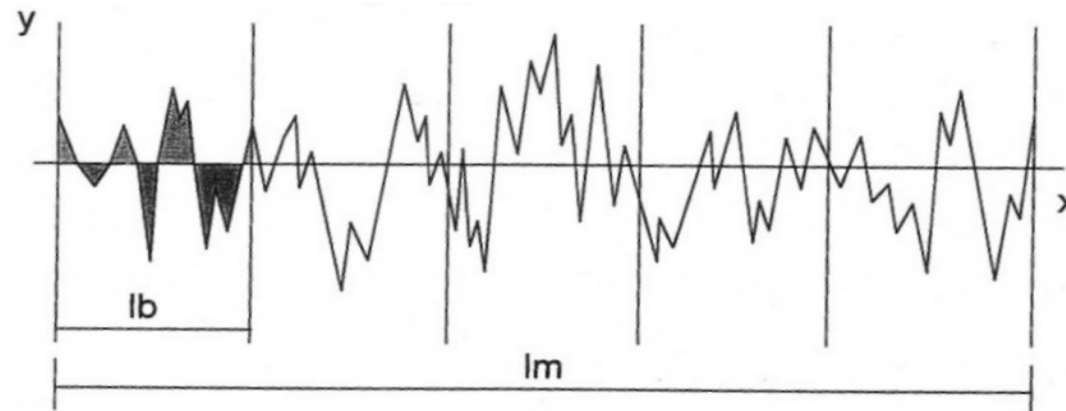


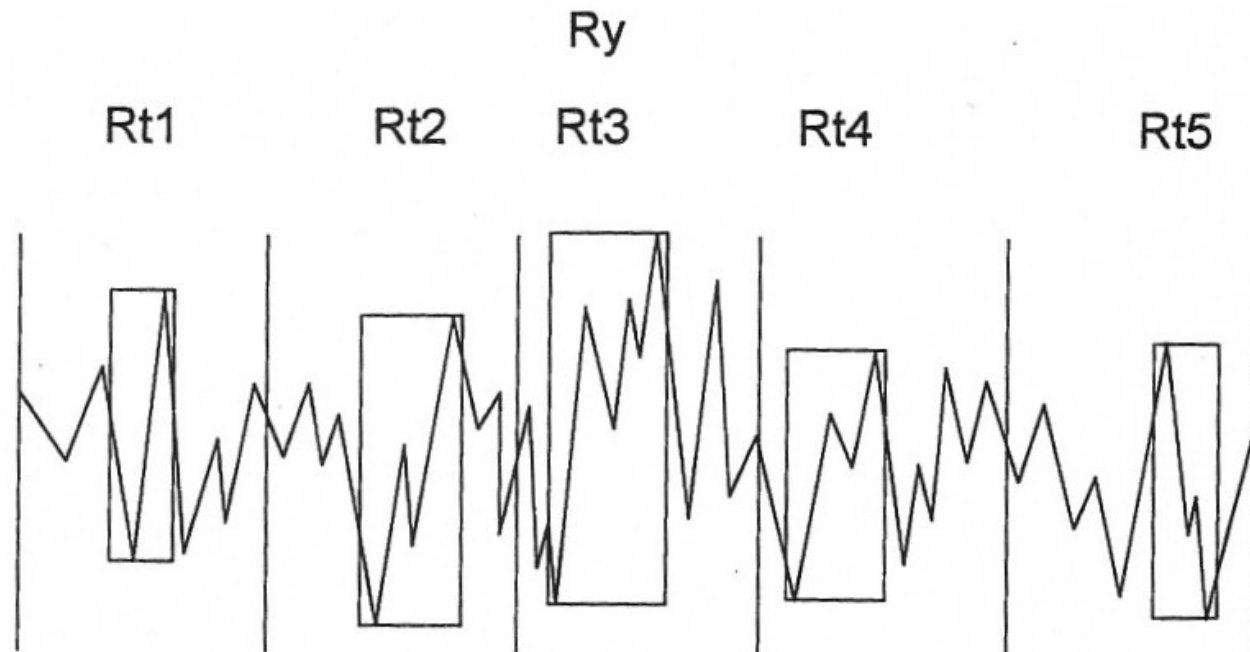
Figura 21.7 Definición de línea central (LC).

Sistemas de Referencia IV

- Longitud de medición o evaluación, l_m : longitud medida sobre la proyección horizontal del perfil a lo largo de la cual se registran los desplazamientos del palpador. Normalizado: 0.08 0.25 **0.8** 2.5 8 25 mm.
- Longitud básica o de muestreo, l_b : longitud medida sobre la proyección horizontal del perfil sobre la cual se evalúa un determinado parámetro de rugosidad.
- Longitud de exploración, l_e : longitud total recorrida por el palpador, medida sobre la proyección horizontal del perfil.
- Longitud de entrada, l_v : longitud inicial que recorre el palpador sin efectuar medidas.
- Longitud de salida, l_n : longitud que recorre el palpador sin efectuar medidas al final de la carrera.

Parámetros de Rugosidad: Parámetros no promediados en altura (PNY)

R_t Profundidad del perfil en una longitud básica ISO 4287/1:
Es la máxima distancia entre pico y valle en una longitud básica.

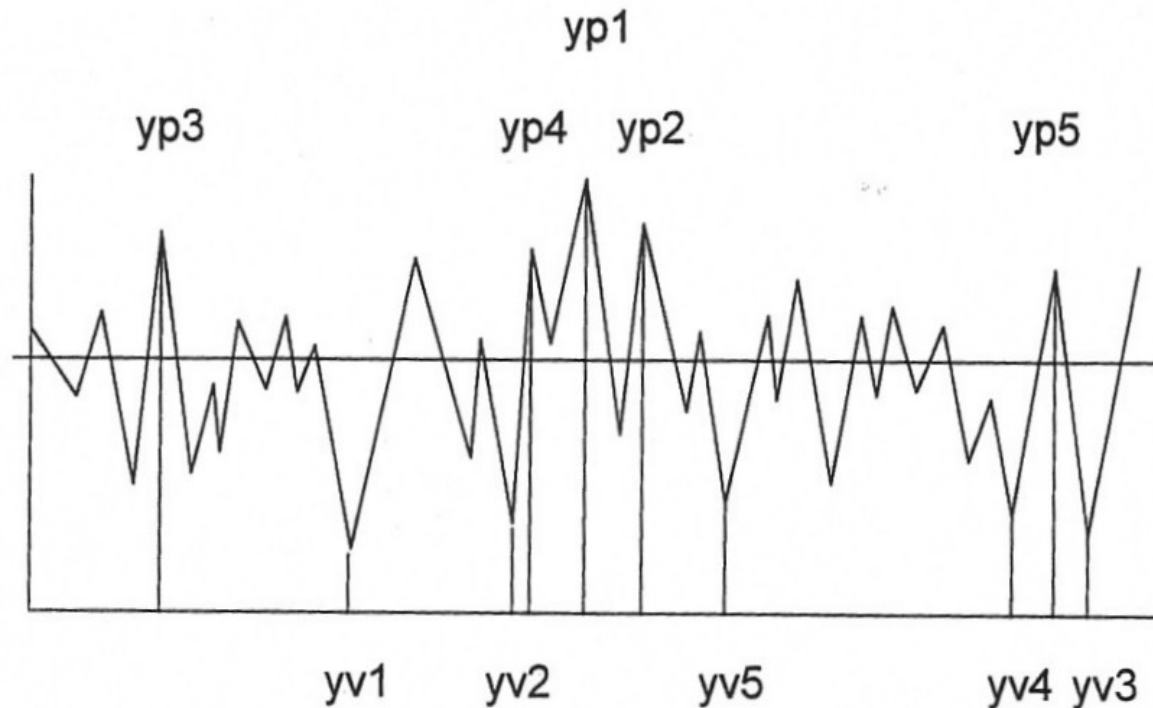


R_y Profundidad máxima del perfil ISO 4287/1:
Es la mayor distancia pico-valle de todas las longitudes básicas.

Parámetros de Rugosidad: Parámetros no promediados en altura (PNY)

Rv Profundidad de picos ISO 4287/1:

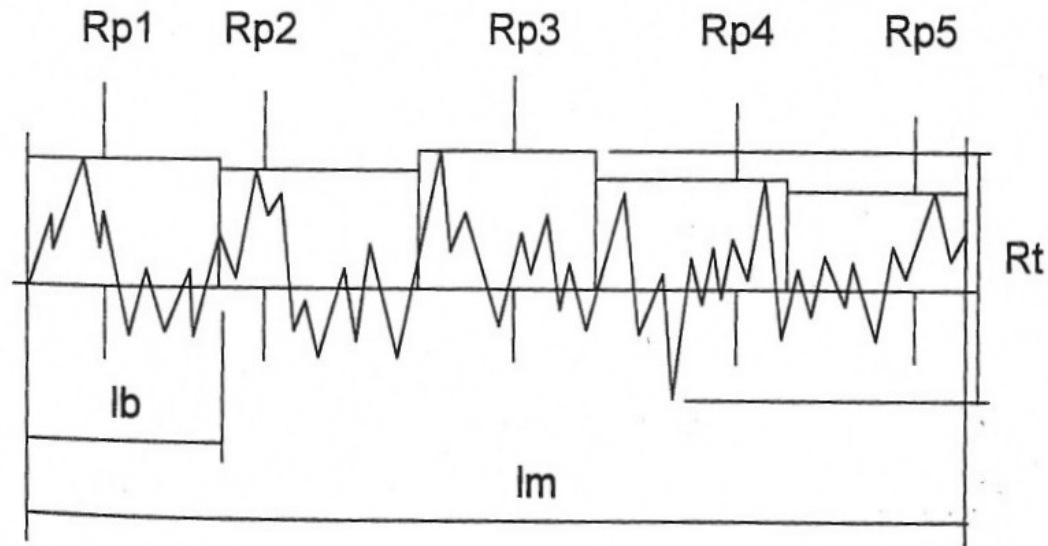
Es la profundidad máxima del perfil por debajo de la línea media dentro de la longitud de evaluación.



Parámetros de Rugosidad: Parámetros no promediados en altura (PNY)

Rv Altura de picos ISO 4287/1:

Es la altura máxima del perfil por encima de la línea media dentro de la longitud de evaluación.



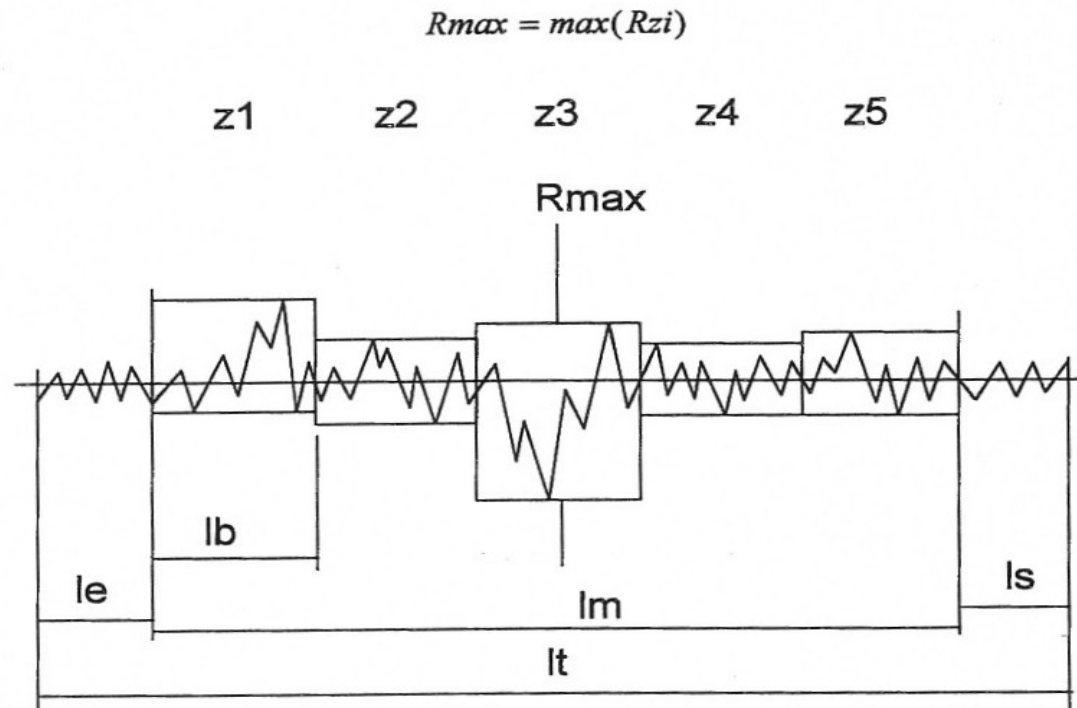
Rt Irregularidad máxima DIN 4768:

Es la máxima altura pico-valle dentro de la longitud de evaluación.

Parámetros de Rugosidad: Parámetros no promediados en altura (PNY)

R_{\max} Profundidad máxima de rugosidad DIN 4768:

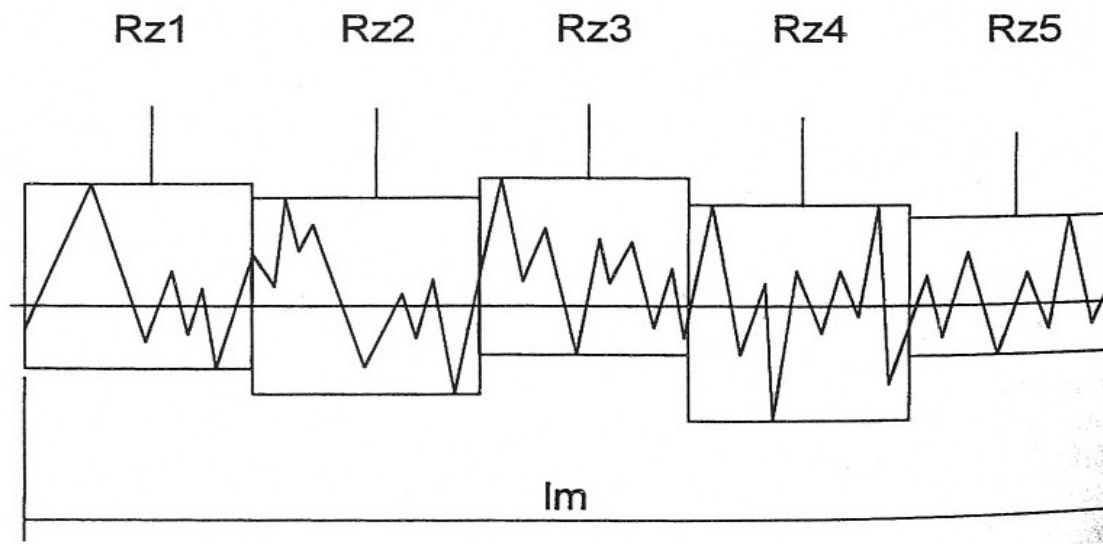
Es la mayor desviación de rugosidad de las cinco obtenidas en cada longitud básica.



Parámetros de Rugosidad: Parámetros de baja promediación en altura (PBY)

Rz Amplitud media ISO 4287/1 DIN 4768:

Rz(DIN) representa la media de las distancias máximas pico-valle obtenidas en cada una de las longitudes básicas en las que se divide la longitud de medida.

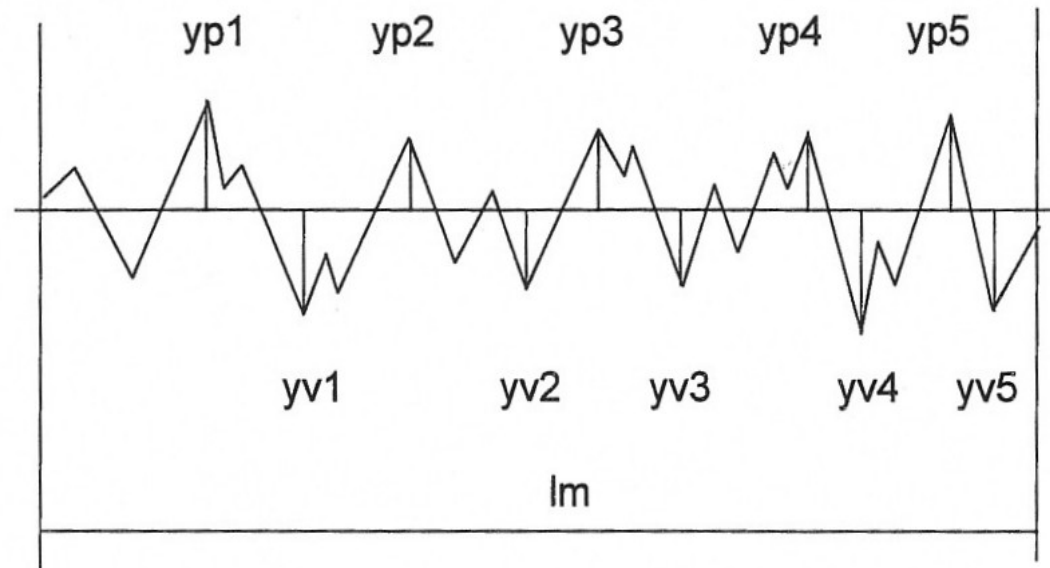


$$Rz(DIN) = \frac{Rz1 + Rz2 + Rz3 + Rz4 + Rz5}{5}$$

Parámetros de Rugosidad: Parámetros de baja promediación en altura (PBY)

Rz Amplitud media ISO 4287/1 DIN 4768:

Rz(ISO) representa la media de las distancias entre los 5 picos más elevados y los 5 valles más profundos.



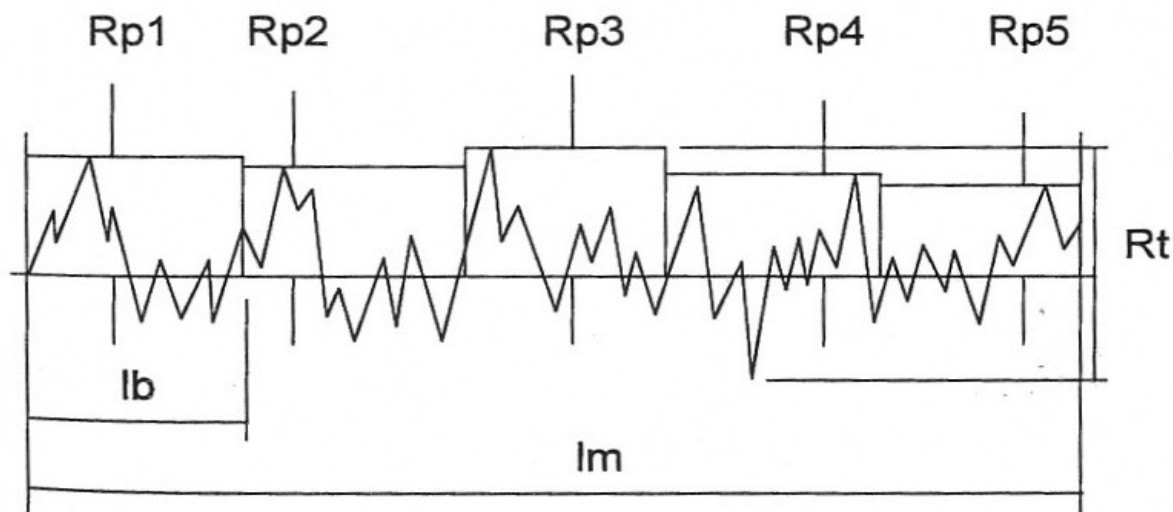
$$Rz(ISO) = \frac{Yp1 - Yv1 + Yp2 - Yv2 + Yp3 - Yv3 + Yp4 - Yv4 + Yp5 - Yv5}{5}$$

Parámetros de Rugosidad: Parámetros de baja promediación en altura (PBY)

Rpm Profundidad de nivelación ISO 4287/1:

Es la medida de 5 profundidades de nivelación (distancia entre el pico más elevado hasta la línea media), determinadas en cada una de las longitudes básicas.

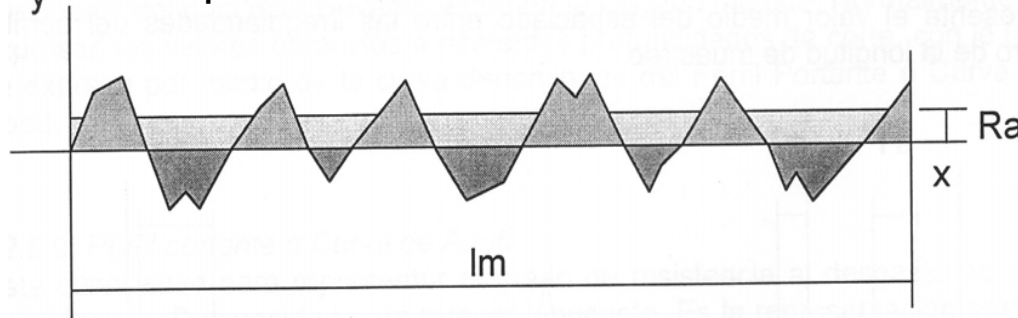
$$R_{pm} = \frac{Rp1 + Rp2 + Rp3 + Rp4 + Rp5}{5}$$



Parámetros de Rugosidad: Parámetros de promediación alta en altura (PAY)

Ra Rugosidad Media Aritmética ISO 4287/1 DIN 4768:

Es el promedio aritmético de las desviaciones del perfil de rugosidad desde la línea central a lo largo de la longitud de evaluación l_m . Se define mediante la expresión:



Es el parámetro que incorporan prácticamente la totalidad de instrumentos de medida actuales.

$$Ra = \frac{1}{l_m} \int_0^{l_m} y \cdot dx = \frac{1}{l_m} \left(\sum A_i^+ + \sum A_i^- \right) \quad \text{o también} \quad R_a = \frac{|y_1| + |y_2| + \dots + |y_n|}{n}$$

En nomenclatura anglosajona: CLA (Center Line Average) o AA (Arithmetic Average) y se expresa en μ inches.

Como no es posible alcanzar un grado de rugosidad en la mecanización y basta con una aproximación suficiente se definen las clases de rugosidad con base en los valores de R_a .

Parámetros de Rugosidad: Parámetros de promediación alta en altura (PAY)

Ra (µm)	50	25	12.5	6.3	3.2	1.6	0.8	0.4	0.2	0.1	0.05	0.025
Clase	N12	N11	N10	N9	N8	N7	N6	N5	N4	N3	N2	N1

Ejemplo: N7: $1.6 \leq Ra \leq 3.2 \mu\text{m}$

Rq Rugosidad media cuadrática DIN 4761/1

Es el promedio cuadrático de las desviaciones del perfil de rugosidad desde la línea media a lo largo de la longitud de evaluación l_m .

$$R_q = \sqrt{\frac{1}{l_m} \int_0^{l_m} y^2 dx} \quad \text{o también} \quad R_q = \sqrt{\frac{y_1^2 + y_2^2 + \dots + y_n^2}{n}}$$

En la literatura anglosajona se suele designar como RMS (Root Mean Square) y se expresa en pinches.

Calidad de una Superficie

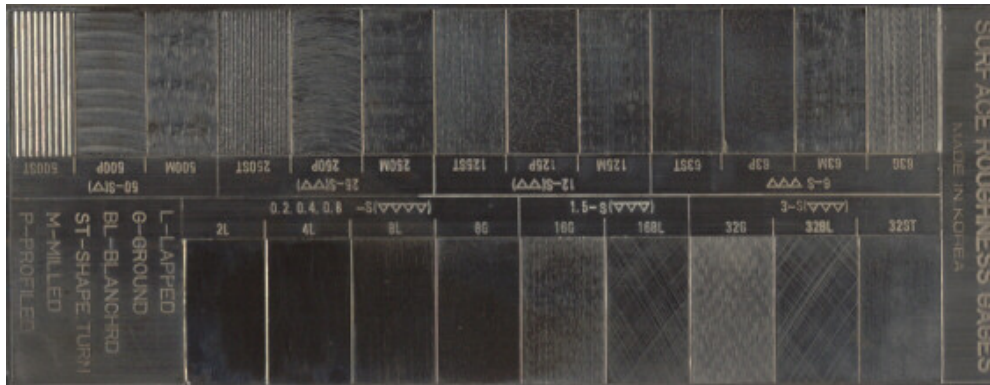
Tabla 10.1. Calidades superficiales según el proceso de conformación

Símbolos		Rugosidad alcanzable en μm																							
		0,04	0,06	0,1	0,16	0,25	0,4	0,63	1,0	1,6	2,5	4,0	6,3	10	16	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	
Fundición	arena																								
	coquilla																								
	fina																								
Forja	libre																								
	con estampa																								
Laminación	en caliente																								
	en frío																								
Estirado	normal																								
	fino																								
Compresión	prensado																								
	acuñación																								
Limado	basto																								
	fino																								
	superfino																								
Cepillado	previo																								
	de desbaste																								
Torneado	alisado																								
	previo																								
	de desbaste																								
	alisado																								
Fresado	finísimo con metal duro																								
	superfino con diamante																								
	basto																								
Lapeado	alisado																								
	finísimo																								
	superfino																								

Control de la Rugosidad Superficial

Verificaciones elementales:

- A simple vista o palpando con la yema del dedo. Máxima precisión 1 μm .
- Probetas testigo.



- Para ejes o agujeros: patrones con esas formas dotados de palpadores de Cu. Se aprecian rugosidades inferiores a 0,1 μm .
- Superficies planas: lupa esteresocópica o microscopio.



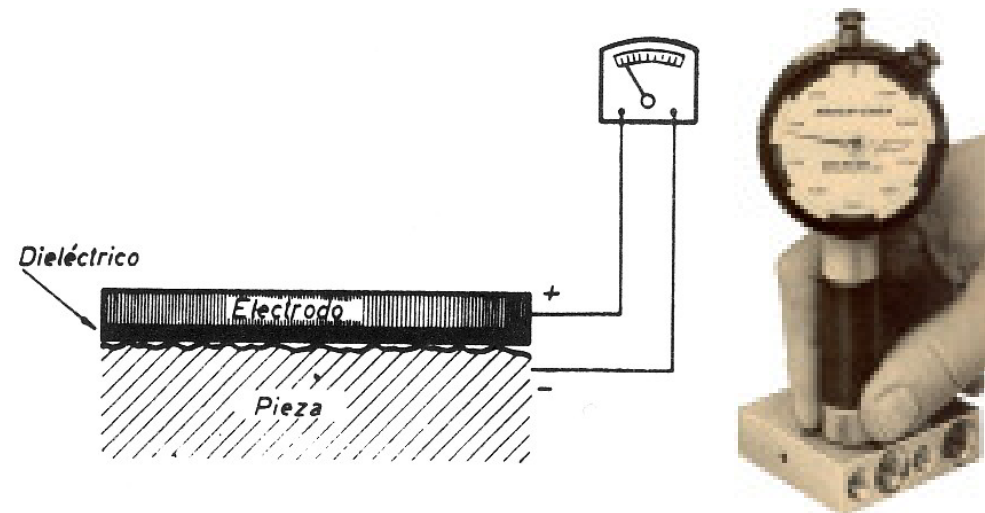
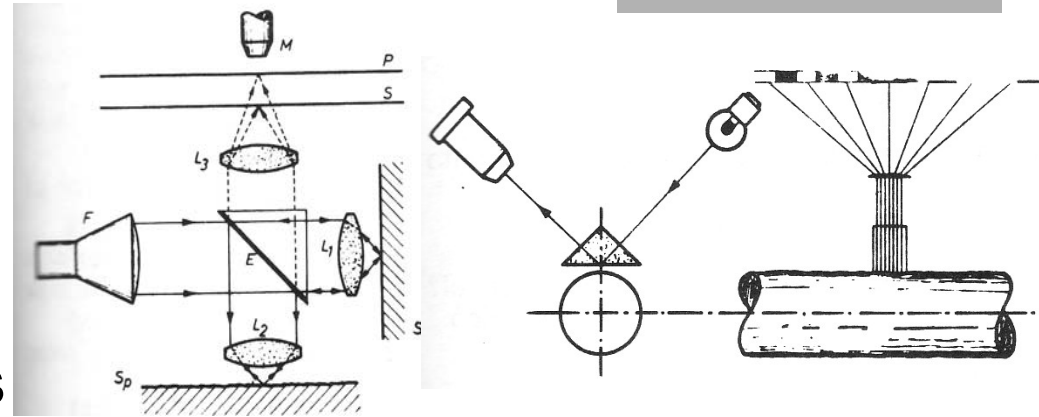
Control de la Rugosidad Superficial

- Procedimientos mecánicos.
- Procedimientos ópticos

Por reflexión.

Por interferencia.

- Procedimientos eléctricos.



Acabado Superficial y Tolerancia

Hay una relación cercana entre la rugosidad y las tolerancias. Cada proceso de manufactura es capaz de producir una pieza con un acabado superficial e intervalo de tolerancia sin un desembolso extra.

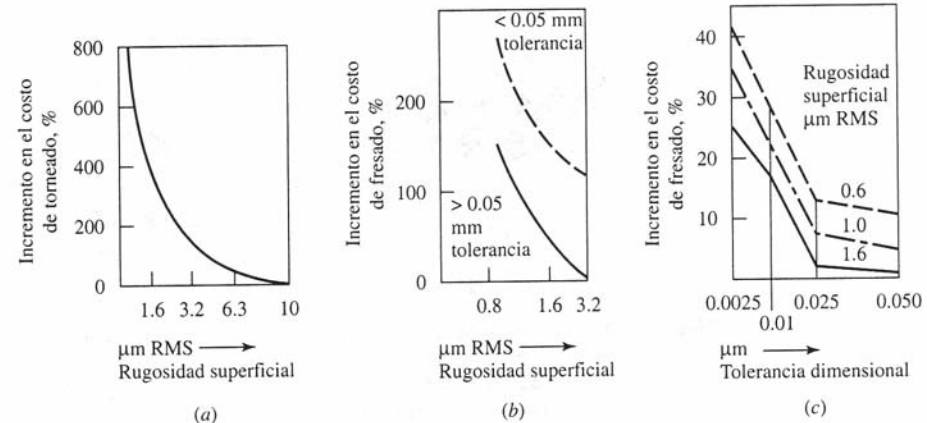
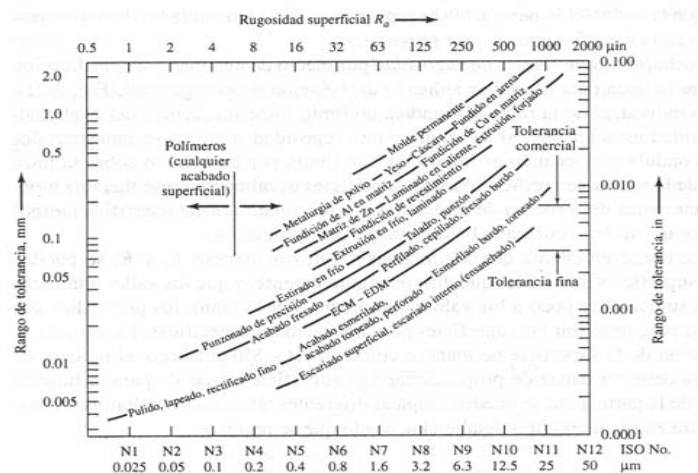




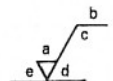
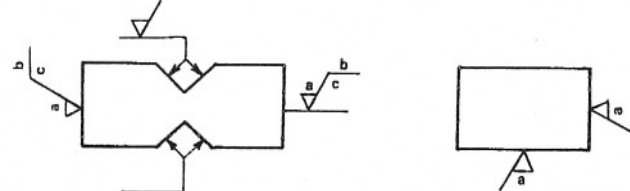


Figura 3-24 Sólo se pueden producir superficies más lisas y tolerancias más estrictas incrementando el costo, ya sea por (a) torneado, (b) fresado, o (c) esmerilado superficial. (L.J. Bayer, ASME Paper 56-SA.9, 1956. Con permiso de la American Society of Mechanical Engineers, Nueva York.)

Las tolerancias deben estar dentro del intervalo obtenible por medio del proceso de manufactura proyectado para evitar operaciones de acabado separadas.

Symbolismo para el Acabado Superficial

Estados Superficiales	RUGOSIDAD SUPERFICIAL SÍMBOLOS
Símbolos para expresar la tolerancia de rugosidad	
Símbolo	Significado
	Símbolo base. —No expresa nada por sí mismo.
	Símbolo de mecanizado con arranque de viruta. — La a representa la rugosidad expresada por su valor o por la clase de rugosidad.
	Símbolo de superficie terminada, sin arranque de viruta. La rugosidad a se obtendrá por el exceso de fabricación (por ejemplo, por fundición inyectada).
	Símbolo para expresar una particularidad, por ejemplo, que la tolerancia de rugosidad a se ha de obtener por fresado.
Disposición de las especificaciones	
	<ul style="list-style-type: none"> a) Representa el valor numérico o la clase de la rugosidad (micrómetros). b) Especifica el proceso de fabricación, tratamiento, etc. c) La longitud normalizada (base) de muestra de rugosidad. d) La dirección de las estrías del mecanizado. e) La sobremedida para el mecanizado.
Indicaciones en los dibujos	
Normalmente, tanto los símbolos como las inscripciones deben orientarse de forma que puedan ser leídos desde la base o de la derecha del dibujo; puede disponerse otra orientación.	
	
Textura superficial (configuración)	
La configuración o textura superficial de una superficie mecanizada, consecuencia de su proceso de trabajo, se especifica en los dibujos mediante símbolos que se añaden a los que indican otras especificaciones. En la Tabla que sigue se muestran los símbolos utilizados para designar la configuración de las estrías de mecanizado.	