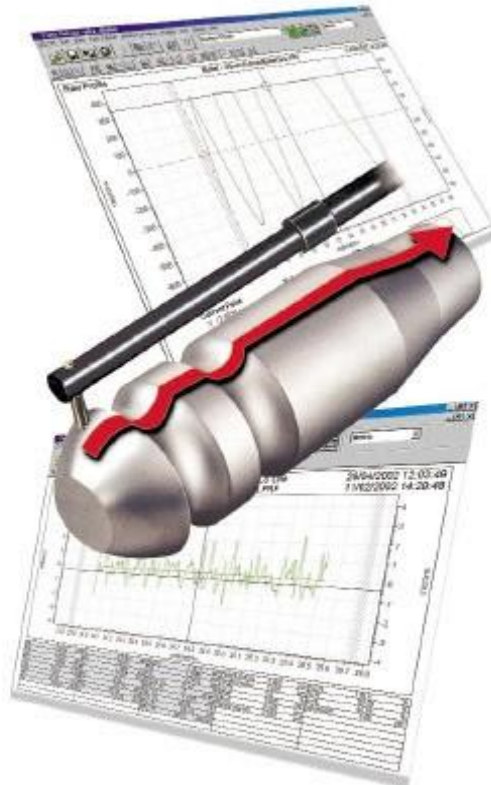


Guida ai parametri di finitura superficiale

GUIDA AI PARAMETRI DI FINITURA SUPERFICIALE



Qualsiasi superficie di ogni componente possiede una forma ed una finitura che variano in accordo con la struttura della superficie stessa ed al ciclo di lavorazione che la ha generata.

Tali caratteristiche possono essere separate in tre grandi categorie:

- Rugosità
- Ondulazione
- Forma.


Per poter predire il comportamento del componente durante il normale utilizzo o per tenere sotto controllo il processo produttivo, è necessario quantificare queste caratteristiche delle superfici. Questa caratterizzazione avviene tramite i parametri di finitura superficiale.

I parametri di finitura superficiale possono essere separati in tre tipologie di base: Ampiezza, Spaziali e Ibridi.

Guida ai parametri di finitura superficiale

Alcune definizioni:

- **Parametri di Ampiezza** – sono misure di caratteristiche verticali delle deviazioni della superficie.
- **Parametri Spaziali** – sono misure di caratteristiche orizzontali delle deviazioni della superficie.
- **Parametri Ibridi** – sono combinazioni di parametri Spaziali e di Ampiezza.
- **Linea media** – è la linea ai minimi quadrati calcolata sul profilo primario: le aree al di sopra ed al di sotto di tale linea sono uguali e mantenute alla minima separazione. I filtri sono dettagliati nella norma ISO 11562 che definisce le linee medie per i profili di Rugosità ed Ondulazione.
- **Cut-off** – è un filtro che tramite opportuni algoritmi matematici o elettronica di condizionamento, rimuove o riduce dati non desiderati in modo da analizzare solo le lunghezze d'onda di interesse.
- **Banda passante** – è il rapporto fra il Cut-off superiore (L_c) ed il Cut-off inferiore (L_s)
- **Lunghezza di Campionamento** – il profilo viene suddiviso in lunghezze di campionamento l che sono lunghe a sufficienza per includere un numero statisticamente significativo di dati. Per l'analisi di Rugosità ed Ondulazione la lunghezza di campionamento è pari alla lunghezza selezionata come Cut-off (L_c). La lunghezza di campionamento è anche chiamata lunghezza di Cut-off.
- **Lunghezza di Valutazione** – è la lunghezza lungo la direzione dell'asse X utilizzata per l'acquisizione del profilo in fase di valutazione. La lunghezza di Valutazione può contenere uno o più Lunghezze di Campionamento (Cut-off). Per i profili primari la Lunghezza di Valutazione corrisponde alla Lunghezza di Campionamento

Nota 1  Quasi tutti i parametri sono definiti su una Lunghezza di Campionamento, comunque nella pratica vengono acquisite più Lunghezze di Campionamento (generalmente 5) e vengono quindi calcolati i valori medi. Questo approccio garantisce una migliore stima statistica del valore del parametro misurato.

Guida ai parametri di finitura superficiale

Tutti i parametri, siano essi di Rugosità, Ondulazione o di Profilo Primario, sono coerenti con le seguenti assunzioni:

- T = Tipo di profilo: R per Rugosità, W per Ondulazione, P per Profilo Primario
- n = Suffisso del parametro, ad esempio a, q, t, p, v, etc.
- N = Numero delle Lunghezze di Campionamento acquisite

Quando un parametro è visualizzato come Tn (ad esempio Ra), si assume che il valore è stato misurato su 5 Lunghezze di Campionamento. Se il numero di Lunghezze di Campionamento è diverso da 5, allora il parametro deve essere visualizzato nella forma TnN (ad esempio Ra2).

- **Regola del 16% (max):** se un parametro è espresso con il suffisso *max* (ad esempio Rpmax) allora il valore misurato non può eccedere il valore specificato nella tolleranza. Qualora il suffisso *max* non fosse presente (ad esempio Rp) allora il 16% dei valori misurati possono essere superiori alla tolleranza specificata. Per ulteriori informazioni relativamente alla regola del 16% (max) il riferimento applicabile è la norma ISO 4288-1996.

Taylor Hobson segue le Norme ISO 3274-1996, ISO 4287-1997, ISO 4288-1997, ISO 11 562 ed altre Norme Internazionali quando applicabili.

Se non diversamente specificato a disegno, per l'identificazione del Cut-off da utilizzare nella valutazione della finitura superficiale, la Norma ISO 4288-1997 consiglia l'utilizzo dei valori indicati nella seguente tabella:

Cut-off raccomandati – Norma ISO 4288-1997				
Profili Periodici	Profili NON Periodici		Cut-off	Lunghezza di Campionamento / Lunghezza di Valutazione
Sm [mm]	Rz [µm]	Ra [µm]	λc [mm]	λc/L [mm]/[mm]
0,013 < Sm ≤ 0,04	(0,025) < Rz ≤ 0,1	(0,006) < Ra ≤ 0,02	0,08	0,08/0,4
0,04 < Sm ≤ 0,13	0,1 < Rz ≤ 0,5	0,02 < Ra ≤ 0,1	0,25	0,25/1,25
0,13 < Sm ≤ 0,4	0,5 < Rz ≤ 10	0,1 < Ra ≤ 2	0,8	0,8/4
0,4 < Sm ≤ 1,3	10 < Rz ≤ 50	2 < Ra ≤ 10	2,5	2,5/12,5
1,3 < Sm ≤ 4	50 < Rz ≤ 200	10 < Ra ≤ 80	8	8/40

Guida ai parametri di finitura superficiale

Parametri di Ampiezza

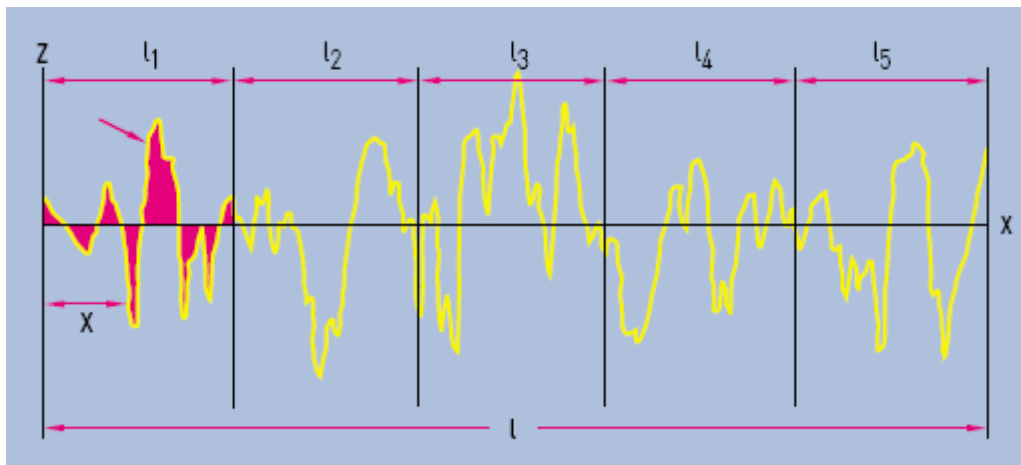


Figura 1- Ra, Rq, Wa, Wq, Pa, Pq

- $l_1 - l_5$ sono Lunghezze di Campionamento uguali e consecutive (l , la Lunghezza di Campionamento, corrisponde alla lunghezza di Cut-off del filtro λ_c)
- La Lunghezza di Valutazione l è definita come la lunghezza del profilo utilizzato per la misura dei parametri di Finitura Superficiale: generalmente contiene più Lunghezze di Campionamento. 5 Lunghezze di Campionamento sono prese come Standard.

Ra - è il parametro più comune ed universalmente riconosciuto come parametro per la valutazione della Rugosità. E' definito come la media aritmetica delle distanze assolute del profilo di rugosità rispetto alla linea media.

$$Ra = \frac{1}{l} \int_0^l |z(x)| dx$$

Rq - è il parametro RMS corrispondente ad Ra.

$$Rq = \sqrt{\frac{1}{l} \int_0^l z^2(x) dx}$$

Wa, Wq, Pa e Pq sono i corrispondenti parametri per il Profilo di Ondulazione ed il Profilo Primario.

Nota Bene  Il parametro Rq è a volte chiamato RMS.

Guida ai parametri di finitura superficiale

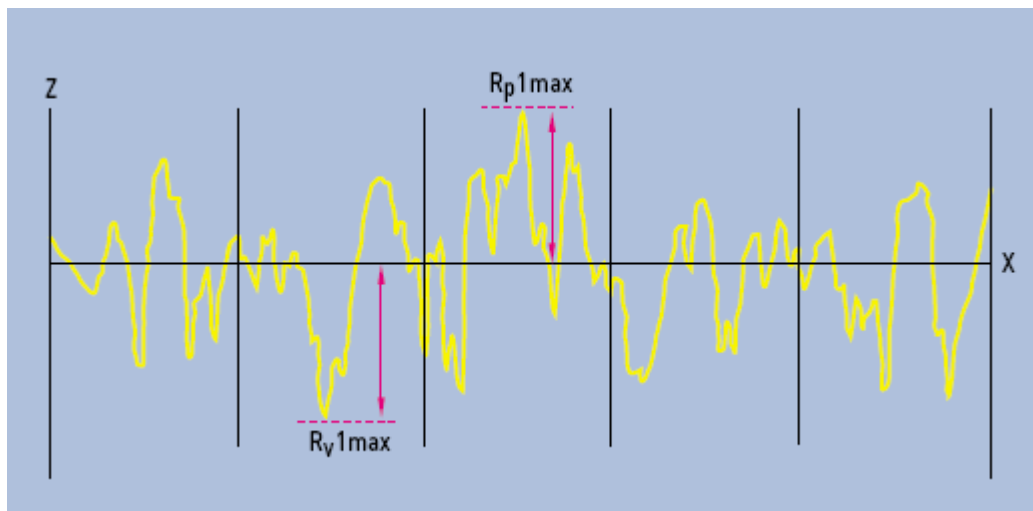


Figura 2- R_v , R_p , R_t , W_v , W_p , W_t , P_v , P_p , P_t

- R_v^*** – è la massima profondità del profilo al di sotto della linea media nell'ambito della Lunghezza di Campionamento.
- R_p^*** – è la massima altezza del profilo al di sopra della linea media nell'ambito della Lunghezza di Campionamento.
- R_t** – è la massima distanza Picco-Valle del profilo nell'ambito della Lunghezza di Valutazione.
- R_{p1max}** – è il più grande fra i singoli picchi rispetto alla linea media da ogni Lunghezza di Campionamento.
- R_{v1max}** – è il più grande fra le singole valli rispetto alla linea media da ogni Lunghezza di Campionamento.
- W_v , W_p , W_t , P_v , P_p , P_t** sono i corrispondenti parametri per il Profilo di Ondulazione ed il Profilo Primario.

* Vedi Nota 1 a pagina 2

Guida ai parametri di finitura superficiale

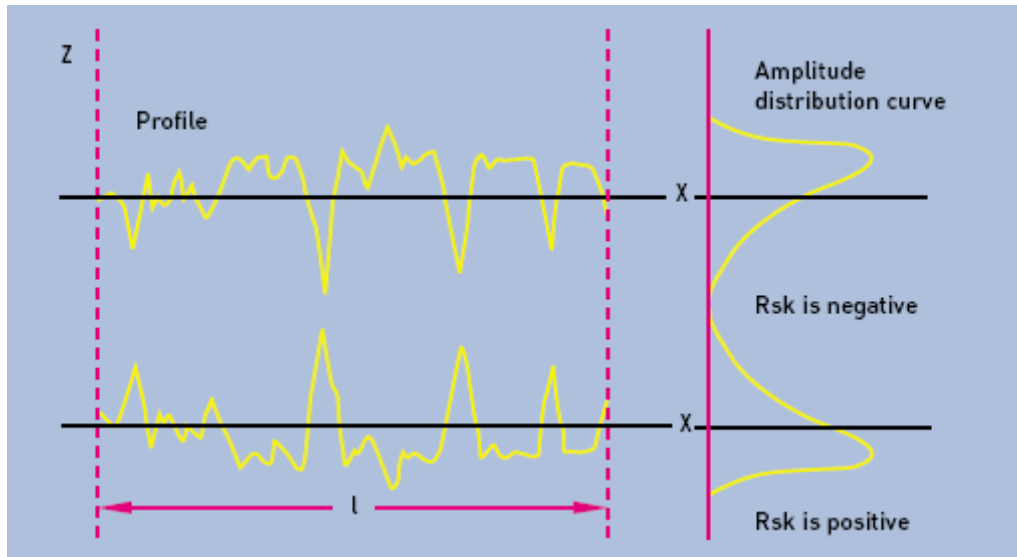


Figura 3- R_{sk} , R_{ku} , W_{sk} , W_{ku} , P_{sk} , P_{ku}

R_{sk} – Skewness – è la misura della simmetria del profilo rispetto alla linea media. Questo parametro identifica le differenze di simmetria su profili aventi il medesimo valore di R_a o R_q .

$$R_{sk} = \frac{1}{R_q^3} \left[\frac{1}{l} \int_0^l z^3(x) dx \right]$$

R_{ku} – Kurtosis – è la misura dell'acutezza del profilo.

$$R_{ku} = \frac{1}{R_q^4} \left[\frac{1}{l} \int_0^l z^4(x) dx \right]$$

W_{sk} , W_{ku} , P_{sk} , P_{ku} sono i corrispondenti parametri per il Profilo di Ondulazione ed il Profilo Primario.

Guida ai parametri di finitura superficiale

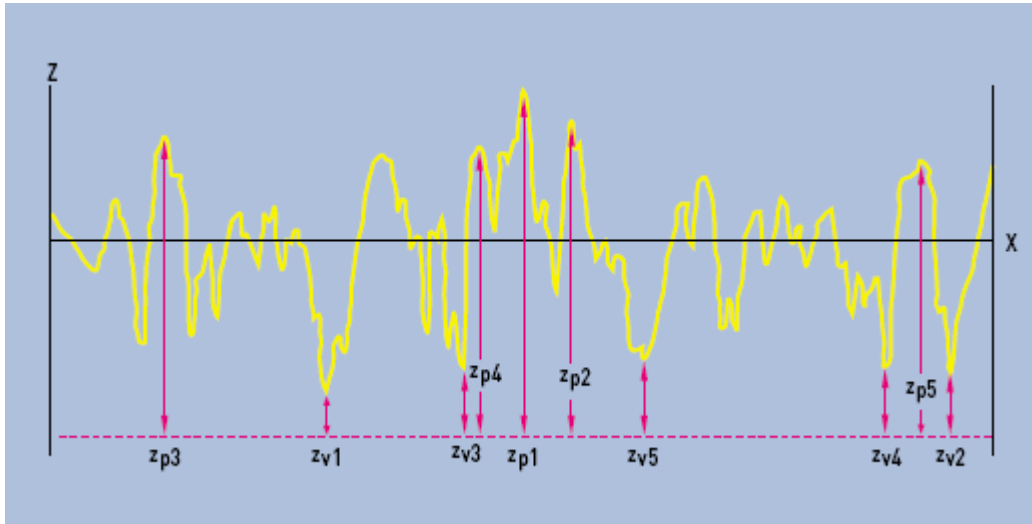


Figura 4- Rz(JIS), Pz(JIS)

Rz(JIS) – conosciuto anche come il “parametro di altezza dei 10 punti” (“ISO 10 point height”) nella Norma ISO 4287/1-1984, è misurato solo sul Profilo di Rugosità e sul Profilo Primario ed è la media delle differenze fra i 5 picchi più alti e le 5 gole più profonde nell’ambito della Lunghezza di Campionamento.

$$Rz (JIS) = \frac{[zp1+zp2+zp3+zp4+zp5]-(zv1+zv2+zv3+zv4+zv5)}{5}$$

$$= \frac{1}{5} \left(\sum_{i=1}^{i=5} z_{pi} - \sum_{i=1}^{i=5} z_{vi} \right)$$

Pz(JIS) è il corrispondente parametro per il Profilo Primario.

Guida ai parametri di finitura superficiale

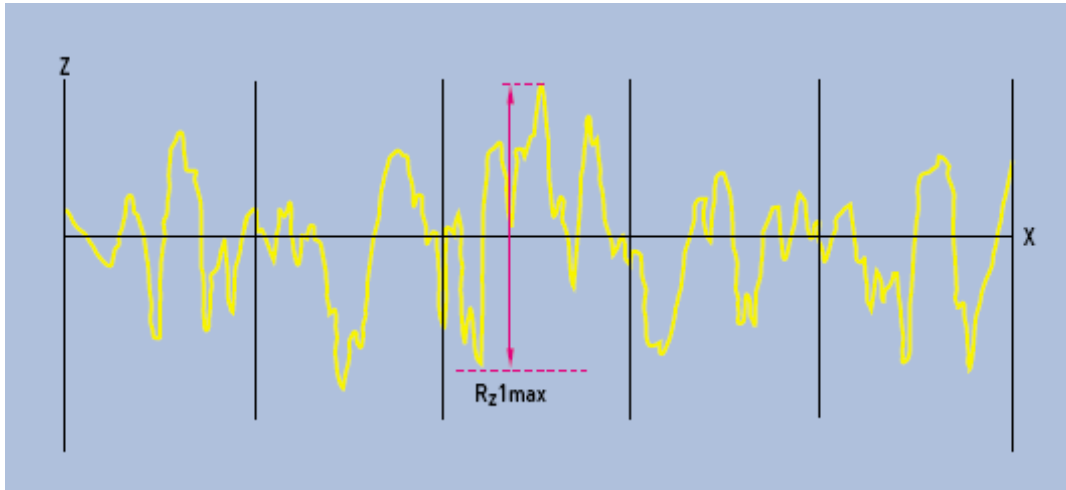


Figura 5- Rz, Wz, Pz

$Rz^* = Rp + Rv$ – è la massima distanza Picco-Valle del profilo nell'ambito della Lunghezza di Campionamento.

$Rz1max$ – è la più grande fra le distanze Picco-Valle fra tutte le Lunghezze di Campionamento.

Wz, Pz sono i corrispondenti parametri per il Profilo di Ondulazione ed il Profilo Primario.

* Vedi Nota 1 a pagina 2

Guida ai parametri di finitura superficiale

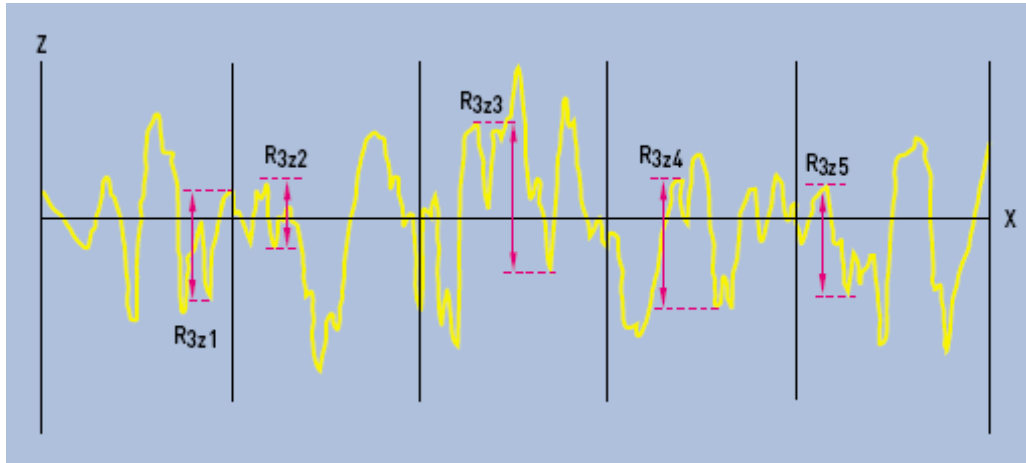


Figura 6- R3z, R3y (R3z1max)

R3z – è la media delle distanze dalla linea media del terzo picco più alto e della terza valle più profonda in ogni Lunghezza di Campionamento sulla Lunghezza di Valutazione. DB N31007 (1983).

$$R_{3z} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{i=N} R_{3zi} = \frac{R_{3z1} + R_{3z2} + \dots + R_{3zN}}{N}$$

R3y (R3z1max) – è il più grande fra i valori **R3zi**, **i=1...N**.

I parametri sopra riportati non sono a standard ISO ma dedicati ad applicazioni specifiche.

Guida ai parametri di finitura superficiale

Parametri di Spaziatura

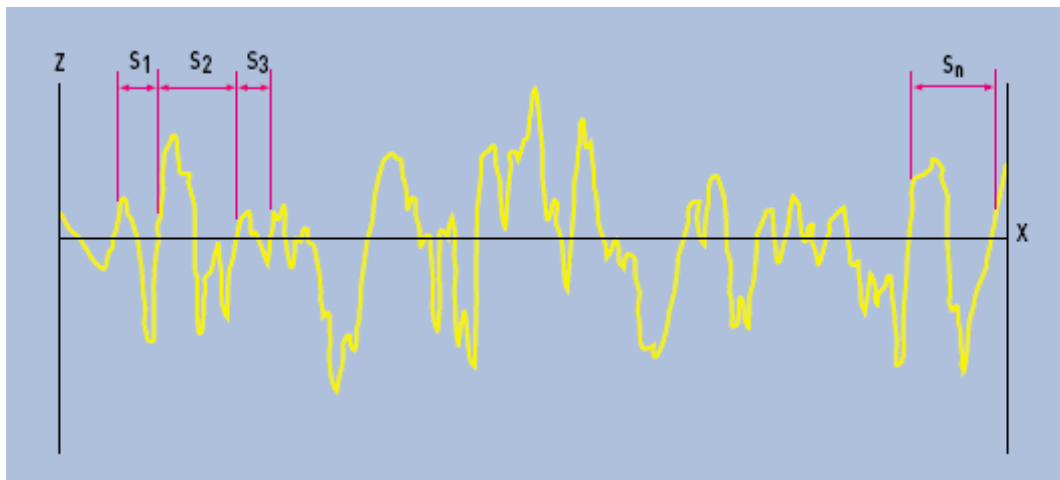


Figura 7- R_{Sm} , W_{Sm} , P_{Sm}

R_{Sm} – è la distanza media fra i picchi del profilo al di sopra della linea media, misurati nell'ambito della Lunghezza di Campionamento (un picco del profilo è il punto più alto del profilo fra un attraversamento in salita ed un attraversamento in discesa della linea media).

Definito n = numero di picchi del profilo, allora:

$$R_{Sm} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} S_i = \frac{S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_n}{n}$$

W_{Sm} , P_{Sm} sono i corrispondenti parametri per il Profilo di Ondulazione ed il Profilo Primario.

Guida ai parametri di finitura superficiale

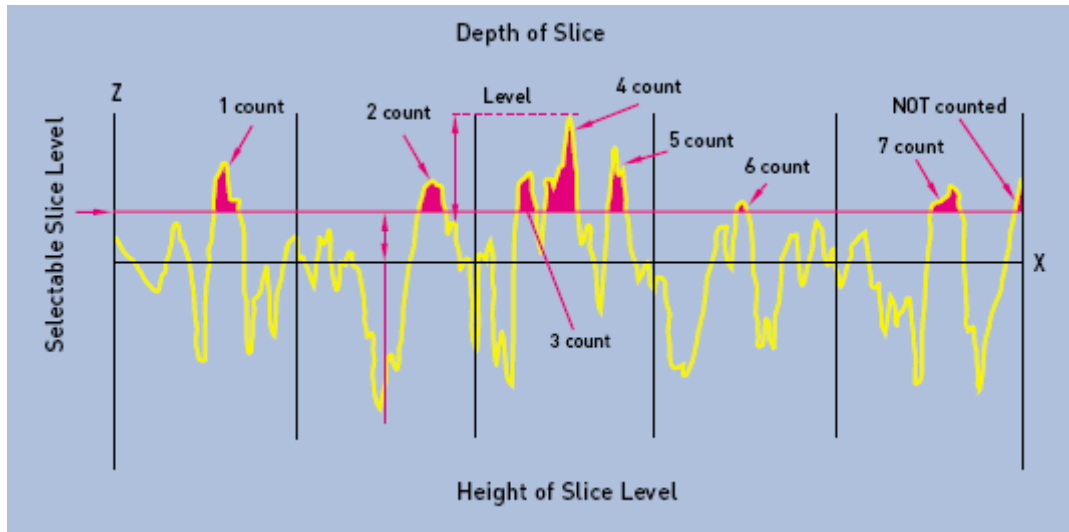


Figura 8- RHSC

RHSC – High Spot Count (Conteggio dei Picchi) è il numero dei picchi completi del profilo (nell'ambito della Lunghezza di Valutazione) che si proiettano al di sopra della linea media o al di sopra di una linea parallela alla linea media. Questa linea può essere settata alla profondità desiderata al di sotto del picco più alto o ad una distanza prefissata sopra o sotto la linea media.

Guida ai parametri di finitura superficiale

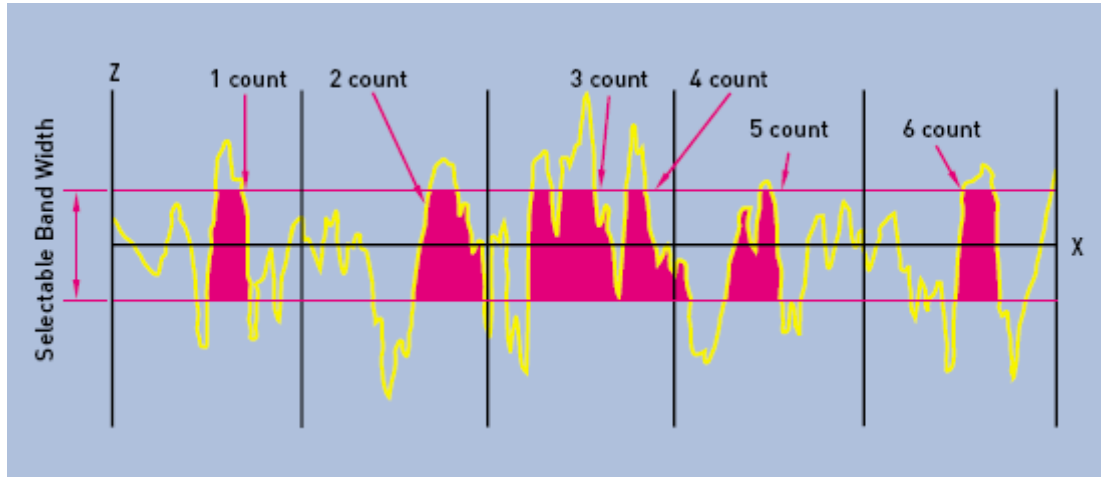


Figura 9- RPc

RPc – è il conteggio dei picchi e rappresenta il numero dei picchi locali che si passano attraverso una banda impostabile intorno alla linea media. Il conteggio viene eseguito sull'intera Lunghezza di Valutazione ed il risultato è dato in picchi al centimetro (o al pollice). Il conteggio dei picchi ottenuto da una Lunghezza di Valutazione di meno di 1cm (o 1 pollice) è ottenuto utilizzando un coefficiente moltiplicativo. Il parametro dovrebbe essere comunque misurato sulla Lunghezza di Valutazione più grande possibile.

$$RP_c = \frac{\text{N}^\circ \text{ of counts}}{\text{Assessment length (cm)}} = \text{Peaks/cm}$$

Guida ai parametri di finitura superficiale

Parametri Ibridi

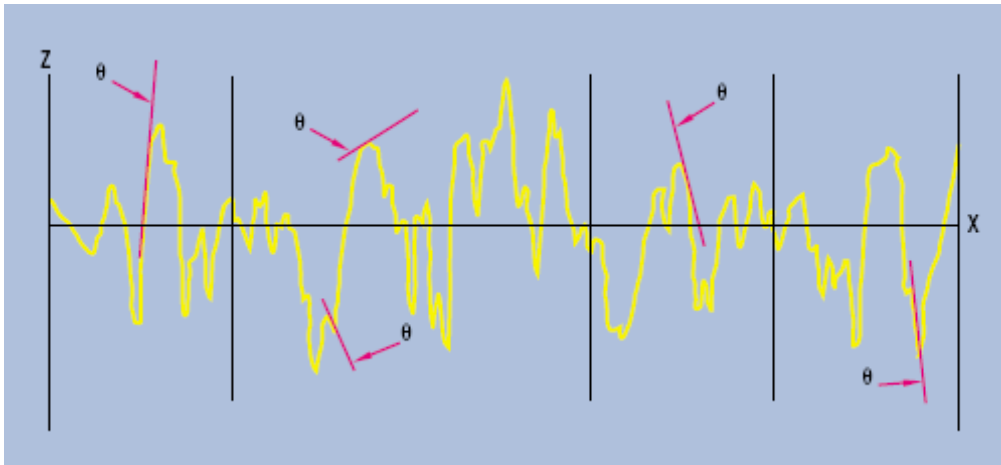


Figura 10- $R\Delta q$, $W\Delta q$, $P\Delta q$, $R\lambda q$, $W\lambda q$, $P\lambda q$

$R\Delta q$ – è il valore quadratico medio dell'inclinazione del profilo nella Lunghezza di Campionamento.

$$R\Delta q = \sqrt{\frac{1}{l} \int_0^l [\theta(x) - \bar{\theta}]^2 dx}$$

$$\bar{\theta} = \frac{1}{l} \int_0^l \theta(x) dx$$

dove θ è l'inclinazione del profilo in ogni singolo punto.

$R\lambda q$ – è il valore quadratico medio della lunghezza d'onda ed è una misura della spaziatura fra i picchi e le valli locali, considerando le relative ampiezze e le frequenze spaziali individuali.

$$R\lambda q = \frac{2\pi Rq}{R\Delta q}$$

$W\Delta q$, $W\lambda q$, $P\Delta q$, $P\lambda q$ sono i corrispondenti parametri per il Profilo di Ondulazione ed il Profilo Primario.

Guida ai parametri di finitura superficiale

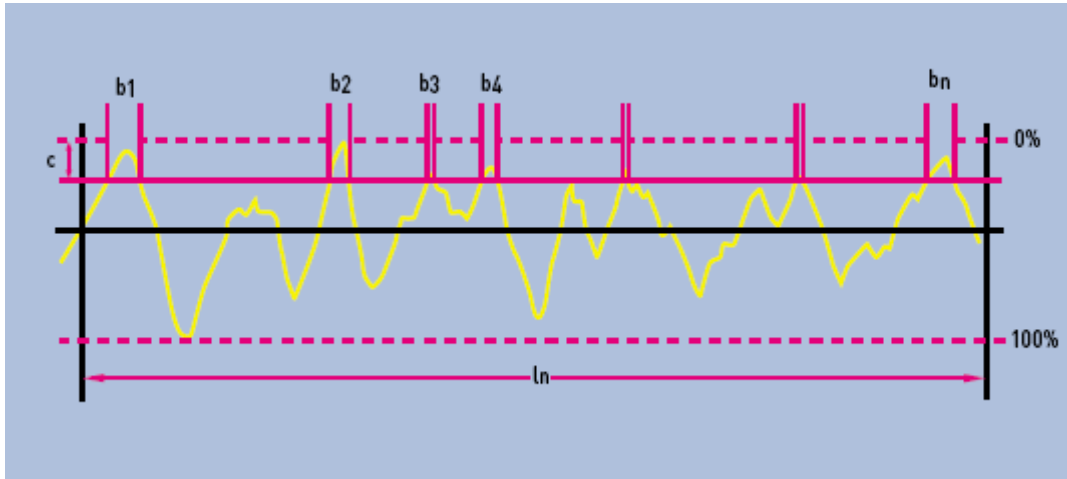
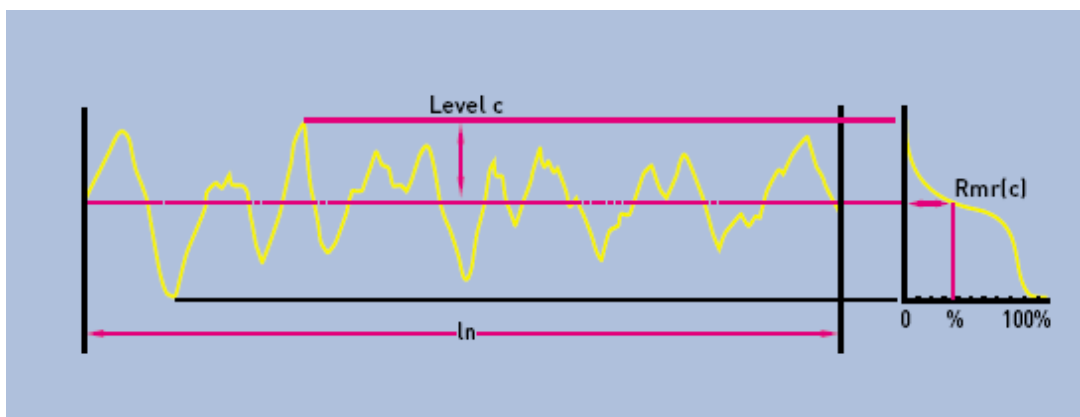


Figura 11- Rapporto di Materiale Rmr(c), Rmr

Rmr(c) – **Rapporto di Materiale** – è la lunghezza della superficie di appoggio (espressa come percentuale della Lunghezza di Valutazione l_n) ad una profondità "c" al di sotto del picco più alto.

$$Rmr(c) = \frac{b_1 + b_2 + b_3 + b_4 \dots + b_n}{l_n} \times 100 = \frac{100}{l_n} \sum_{i=1}^n b_i$$

R \bar{D} c – è la differenza in altezza fra due livelli di sezione ad un dato Rapporto di Materiale.



Guida ai parametri di finitura superficiale

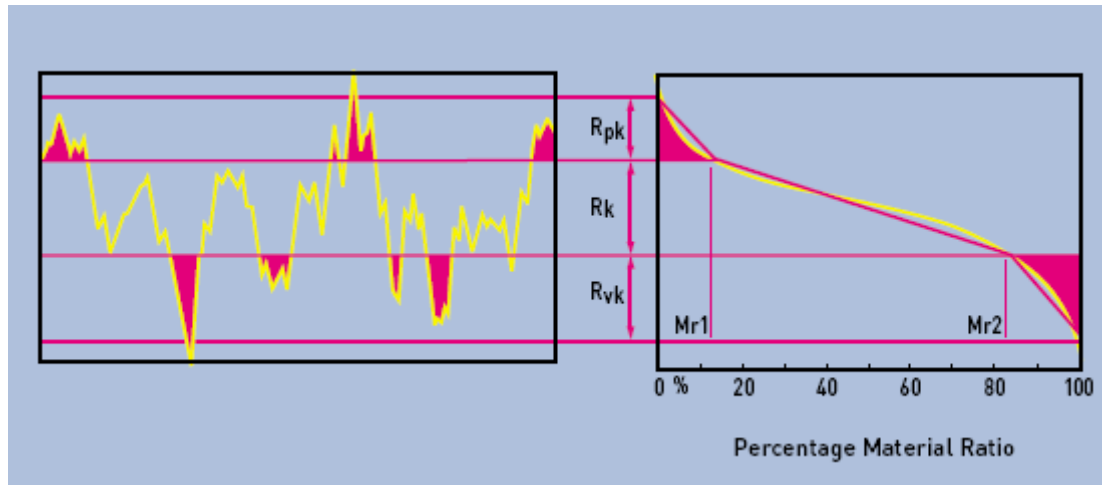


Figura 12- R_{pk} , R_k , R_{vk} , $Mr1$, $Mr2$

Questi parametri sono stati appositamente progettati per il controllo della potenziale usura nei cilindri motore per applicazioni Automotive. Tali parametri cercano di descrivere in termini numerici la forma della curva di rapporto materiale. Il filtro utilizzato nel calcolo dell' R_k è specifico per tale applicazione ed è descritto nella norma DIN 4776 (ISO 13 565 Parte 1 1998).

R_{pk} – (Altezza Ridotta dei Picchi) – rappresenta la parte superiore della superficie che viene rapidamente asportata ai primi cicli di funzionamento del motore.

R_k – (Profondità del Cuore della Rugosità) – rappresenta la parte della superficie che nel lungo termine influenzerà le caratteristiche di funzionamento e la vita del cilindro.

R_{vk} – (Profondità delle Gole) – rappresenta la capacità di ritenzione olio all'interno delle gole profonde che sono state appositamente prodotte sulla superficie.

$Mr1$ – rappresenta la percentuale di materiale corrispondente al limite superiore di R_k

$Mr2$ – rappresenta la percentuale di materiale corrispondente al limite inferiore di R_k

Info e contatti:



tecnologia per l'industria

UMA Srl – Via f.lli Chiarini 11
40050 Funo di Argelato (BO)
Tel.+39051 6346709
Fax +39051 6346706
info@uma.it - www.uma.it



Orari:

dal Lunedì al Venerdì
h. 8.30/12.30 – h. 13.30/17.30
Venerdì pomeriggio fino alle h. 16.30