

CMC MÉXICO 2026



Sesión
SPARK

1



SPARK SESIÓN 32



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
M É X I C O

19^a
EDICIÓN



Más allá de la velocidad:

Criterios técnicos para la selección de viscosidad en rodamientos.

Raul Fernandes

Ingeniero de Lubricación y Confiabilidad

2

¿Qué es alta velocidad para ti?

3

Importancia de la viscosidad



Vida útil

Reducción de desgaste y aumento de vida útil del rodamiento.



Eficiencia

Reducción de fricción y aumento de la eficiencia energética.

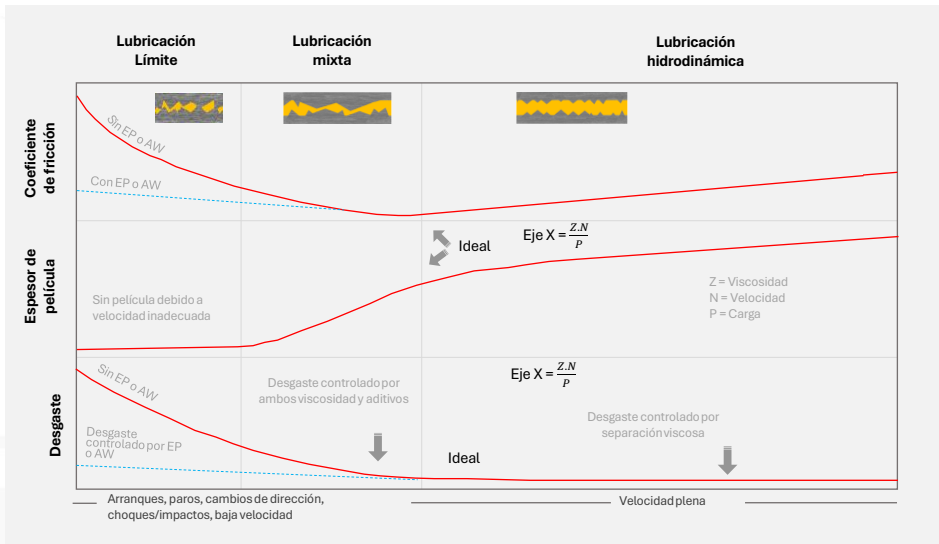


Sostenibilidad

Reducir consumo de refacciones y energía reduce emisiones de CO₂.

4

Stribeck



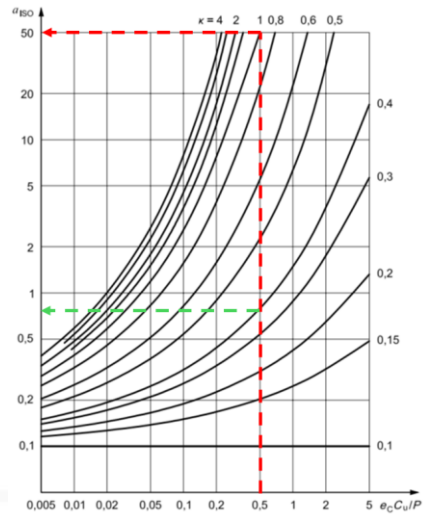
Ref: <https://www.machinerylubrication.com/tribology-31340>

5

+50x

Más de vida útil para el rodamiento según la ISO 281.

$$L_{nm} = a_1 a_{ISO} L_{10}$$



6

Viscosidad: estudios de laboratorio

Condiciones de prueba



Carga 20% de la capacidad



Velocidad de 1000 rpm



Rodamiento 6210



Grasa A

Complejo de Litio
Aceite sintético PAO
ISO VG 100



Grasa B

Complejo de Litio
Aceite sintético PAO
ISO VG 460

W
adaiwa
(T_{max} - T_{amb})

64°W
(32°C)

85°W
(54°C)

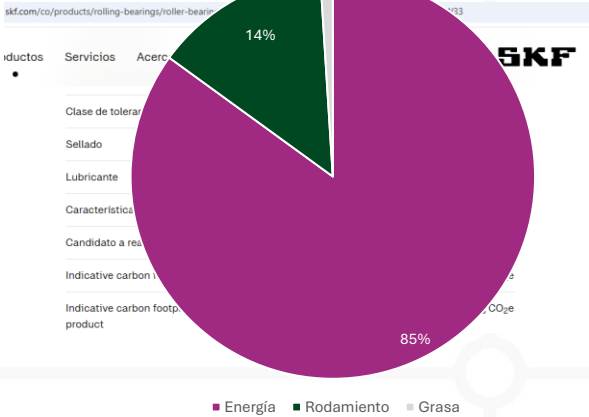


Emisiones

Emisiones por fabricación y consumo de lubricante, rodamiento y energía durante 2 años de operación de un motor eléctrico.

Ref: How to develop grease that helps save energy, Dr. Yulia Sosa, STLE.

kgCO2



Inversión en lubricante



- **La inversión es prácticamente cero**, ya que cambiar la viscosidad de un aceite no debería impactar de manera significativa su costo.
- Se podría percibir algún incremento en costo por kg por los menores volúmenes en productos de diferente viscosidad (en comparación con grasas multipropósito estándares).

Selección por catálogo



Factor de velocidad

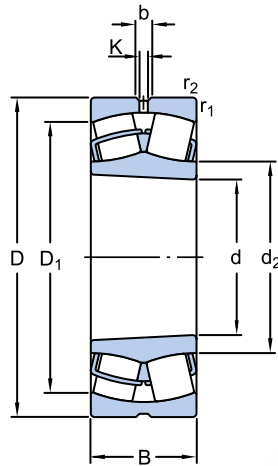
$$ndm = n * \left(\frac{D + d}{2} \right)$$

Donde:

D: diámetro exterior [mm]

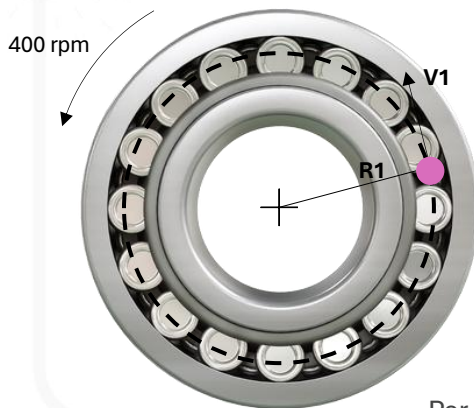
d: diámetro interior [mm]

N: rotación [rpm]



11

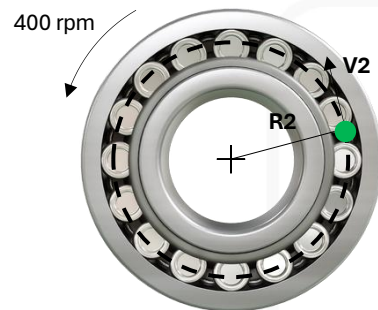
Factor de velocidad



Misma rotación,
pero:

R1 > R2

V1 > V2



Por lo tanto, **no debemos basarnos solo en la rotación** para la selección de la viscosidad del aceite básico.

12

Factor de velocidad y sus limitantes

GRASA 1 – ALTA VISCOSIDAD

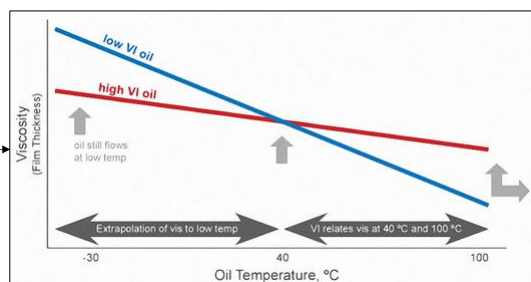
Norma ASTM	Espesante	Complejo Sulfonato de Calcio		
	Aceite Base	Mineral		
D-445	Viscosidad del Aceite Base a 40°C, cSt	1000		
D-217	Grado NLGI	1	2	3
D-217	Penetración de Cono a 25°C, 0.1mm	320	275	230
D-217	Estabilidad Mecánica, %	1.2	1.2	1.2
D-2265	Punto de Goteo, °C	304	304	304
D-2509	Carga Timken Ok, lb	60	60	60
D-2596	Punto de Soldadura Cuatro Bolas, kgf	500	500	500
D-1264	Resistencia al Lavado por Agua a 80°C, %	0.5	0.5	0.5
	Factor de Velocidad	150,000		
	Temperatura de Servicio °C	-5 a 190		

GRASA 2 – BAJA VISCOSIDAD

ASTM		Blanca
D-217	Grado NLGI	2
	Color	Beige
	Espesante	Complejo de Lito
	Aceite Base	Ester
D-445	Viscosidad del Aceite Base a 40°C, cSt	32
D-217	Penetración de Cono a 25°C, 0.1mm	274
D-2265	Punto de Gota, °C	304
D-217	Estabilidad Mecánica, %	2.71
D-1264	Resistencia al Lavado por Agua a 80°C, %	3
	Lubricante Sólido	No
OECD-301B	Biodegradabilidad a 28 días (> 60%)	Pasa
	Factor de Velocidad	1,000,000

Factor kappa: Cálculo

$$K = \frac{V_{op}}{V_{ref}}$$

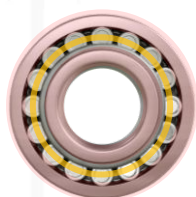


$$\nu_1 = 45\,000 n^{-0.83} D_{pw}^{-0.5} \text{ for } n < 1\,000 \text{ r/min}$$

$$\nu_1 = 4\,500 n^{-0.5} D_{pw}^{-0.5} \text{ for } n \geq 1\,000 \text{ r/min}$$

kappa 1 en
el rodamiento

Factor kappa: Rango óptimo



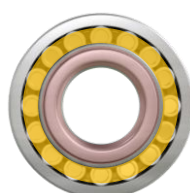
KAPPA < 1

- Contacto metal – metal
- Aumento de desgaste
- Aumento de temperatura



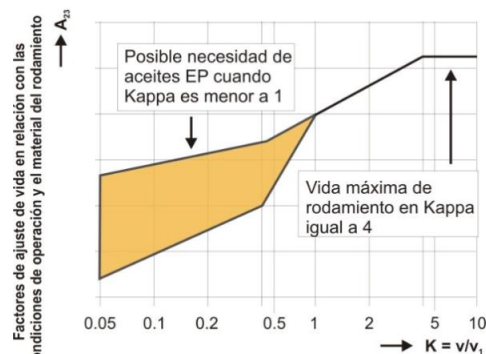
KAPPA > 1 < 4

- Rango considerado óptimo por expertos



KAPPA > 4

- Aumento de la fricción fluida
- Aumento de pérdida de energía y temperatura



Limitantes



1

La norma está basada en lubricantes de **aceite base mineral**.



2

También puede ser usada para lubricante de base sintética PAO (grupo 4).



3

Puede ser usada tanto para **aceites** como para **grasas** lubricantes.

4: Medición de temperatura



“La temperatura es **más o menos 60 a 80°C**”

T = 60°C

Lubricación con "Grasa 1"	
Factor Kappa	6.87

Datos secundarios:
Viscosidad operacional: 80 cSt
Viscosidad de referencia: 12 cSt

T = 80°C

Lubricación con "Grasa 1"	
Factor Kappa	3.13

Datos secundarios:
Viscosidad operacional: 36 cSt
Viscosidad de referencia: 12 cSt

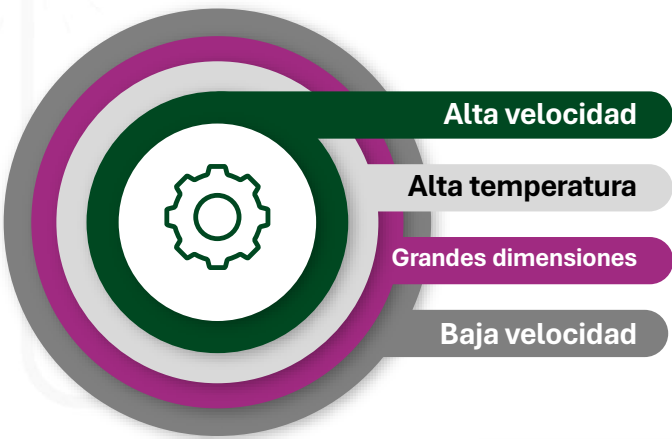
Importante: considerar la **pérdida por calor**.

General para chumaceras usamos +10°C.



17

Dónde hace sentido usar



Muy altas velocidades suelen dar **kappa alto** con grasas multipropósito.



Altas temperaturas **bajan la viscosidad del aceite** y reducen el kappa a menos de 1.



Grandes dimensiones de rodamientos **pueden engañar analizando solo la rotación**.



Aplicaciones de **super baja velocidad** y/o constantes arranques/paros.



18

Caso 1: Alta velocidad

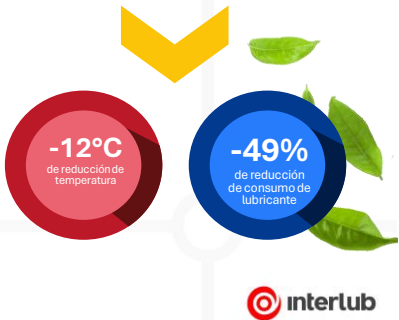
Ventilador del precipitador electrostático



- Temperatura de 70°C
- Velocidad de 1750 rpm
- Rodamientos 22228 e 22224



Lubricación con "Grasa A (ISO 220)"	
Factor Kappa	6.83
Lubricación con "Grasa B (ISO 100)"	
Factor Kappa	3.60



19

Caso 2: Alta temperatura

Cilindros secadores de papel



- Temperatura de 123°C
- Velocidad de 600 rpm
- Rodamientos 23032



Lubricación con "Aceite A (ISO 220)"	
Factor Kappa	0.75

Cuando hay
circulación de aceite

Lubricación con "Aceite B (ISO 1500)"	
Factor Kappa	2.29

Cuando se lubrica por
inmersión, sin
circulación

20

Caso 3: Grandes dimensiones

Piñón del molino de bolas



 Temperatura de 65°C
 Velocidad de 400 rpm
 Rodamientos 23276

Muchos OEMs sin recomendación o con recomendación de grasa multipropósito (ISO 220 a ISO 460)

Lubricación con "Grasa A (ISO 460)"	
Factor Kappa	8.81
Lubricación con "Grasa B (ISO 100)"	
Factor Kappa	2.45



 interlub

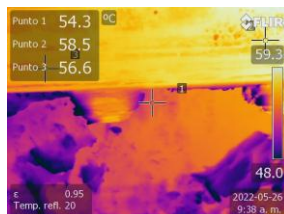
21

Caso 4: Muy baja velocidad

Torretas de acería



 Temperatura de 70°C
 Velocidad de 1 rpm
 Rodamiento especial (Ø4,000mm)



Lubricación con "Grasa A (ISO 460)"	
Factor Kappa	0.13
Lubricación con "Grasa B (ISO 1000)"	
Factor Kappa	0.25

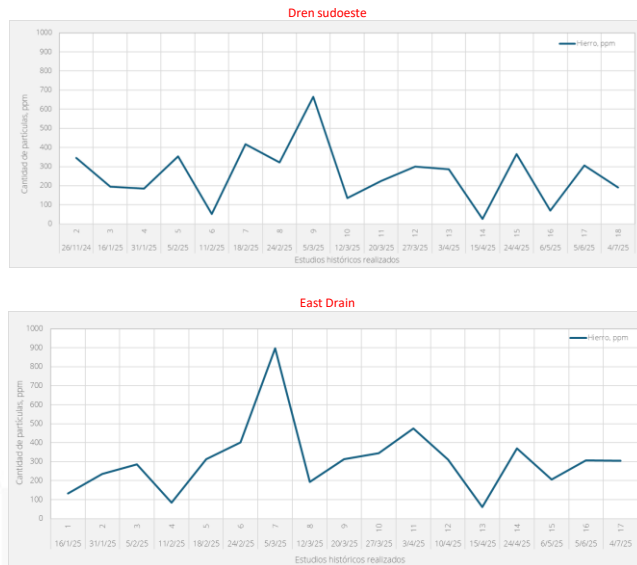
+Aditivos EP
 + Sulfonato de calcio
 +Solidos MoS2



 interlub

22

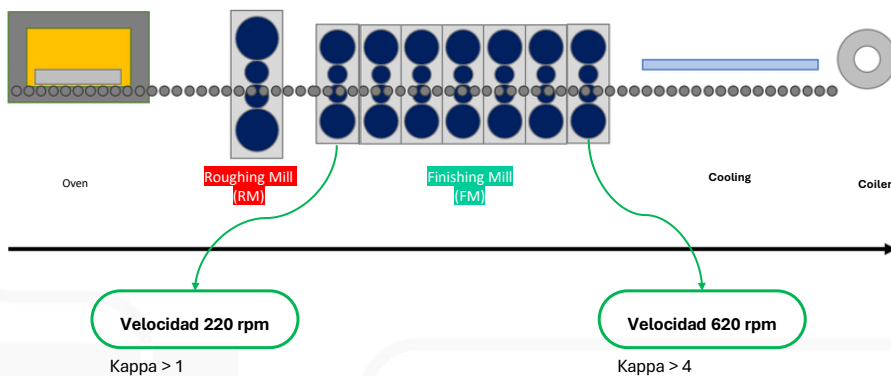
Caso 5: Muy baja velocidad



23

Cómo adaptarse a condiciones variables

Laminador de acabado de acero, 7 castillos con diferentes velocidades



24

Consolidación de lubricantes

- En aplicaciones menos críticas, pero con el objetivo de consolidar lubricantes y disminuir la cantidad de productos en planta.

Lubricación con "Grasa A (ISO 100)"	
Factor Kappa	1.99

Lubricación con "Grasa B (ISO 150)"	
Factor Kappa	2.90

Lubricación con "Grasa D (ISO 120)"	
Factor Kappa	2.36

Lubricación con "Grasa C (ISO 220)"	
Factor Kappa	4.14

Se podría reducir de 4 grasas a solo 1.

IMPORTANTE: es una **herramienta de apoyo**, para consolidación también se necesita **verificar otros parámetros** además de la viscosidad.



25

Dónde tener cuidado en el uso



Agua

Aplicación con alta contaminación por agua puede generar emulsiones o necesitar mayor resistencia.

- Altas viscosidades ayudan a ofrecer mayor **resistencia al lavado por el agua**
- La contaminación con agua también tiene un efecto de **enfriamiento** de la chumacera.
- Aplicaciones típicas con velocidad + agua/humedad: Molinos de laminación, bombas, máquinas de papel.



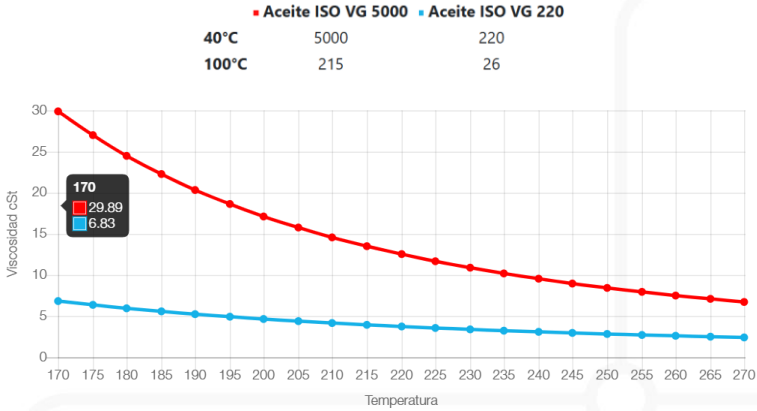
26

Dónde tener cuidado en el uso



Temperatura

Aplicación con temperatura super elevada (> 170°C) baja mucho la viscosidad y subir demasiado la viscosidad trae otras complicaciones.



27

SESIÓN 32

ESCANEA EL
CÓDIGO QR



RESPONDE UNA
BREVE ENCUESTA



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
M É X I C O 19^a
EDICIÓN

¡GRACIAS!

Raul Fernandes

raul.fernandes@interlub.com

28