



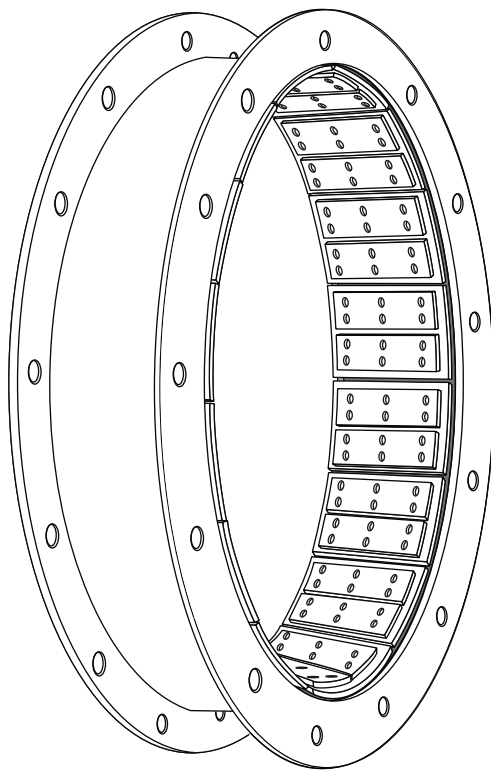
# Embragues y frenos neumáticos Tipo FM



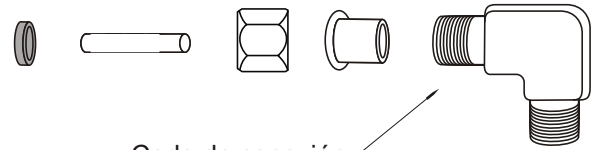
300

600

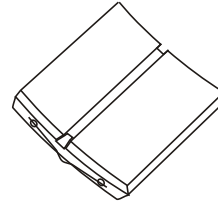
900



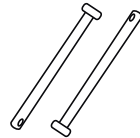
Llanta y cámara



Codo de conexión



Zapata de fricción



Pernos de fijación

Torque Nominal			
Tamaño	lb pulg @ 75 psi	Tamaño	N.m @ 5,2 bar
26FM475	120000	26FM475	13600
30FM500	171000	30FM500	19300
35FM500	240000	35FM500	27100
40FM550	336000	40FM550	38000
48FM650	558000	48FM650	63100

Las llantas FM proveen todos los aspectos de los del tipo FK, pero con la característica que disipa mejor el calor. Son utilizados en aplicaciones con moderada acción de patinamiento.

La cámara de goma esta vulcanizada sobre un aro metálico, este aro posee un encastre macho y hembra para poder ensamblar llantas duales y triples. Las zapatas ventiladas de fricción van sujetas a la cámara de goma por dos pernos trabados con chavetas en su  $\varnothing$  interior.

La capacidad de la llanta de transmitir torque, depende de la presión de aire que se aplique y el régimen de revoluciones. Los valores indicados en el catálogo corresponden a una presión de 75 psi.(5,2 bar) y 0 r.p.m. La construcción de la cámara de goma de la llanta FM permite operar con un rango superior a las llantas FK. La presión máxima recomendada es de 150 psi (10,3 bar). Los valores de conexión figuran en la sección procedimientos de selección.

Las llantas FM están disponibles en 5 tamaños que se identifican por el  $\varnothing$  en pulgadas de la campana donde actúan y el ancho en pulgadas de sus zapatas de fricción. Por ejemplo, la llanta 26FM475 esta diseñada para trabajar sobre una campana de 26" de diámetro y su zapata de fricción es de 4,75" de ancho. El tamaño más pequeño de las llantas FM es de 26" (660 mm.) de diámetro y el mayor es de 48" (1219 mm.).

Las llantas neumáticas se pueden armar en forma dual o triple, duplicando y triplicando la capacidad de transmitir torque. Debido a que la cámara de goma es el elemento de conexión entre los dos ejes, el diseño FM ofrece los siguientes aspectos adicionales a los descritos en este último párrafo.

### Un componente móvil

La cámara es el único elemento móvil, no hay resortes ni partes corredizas.

### Efecto amortiguador

Debido a que la cámara transmite el torque a través de las paredes laterales, ésta actúa como un amortiguador absorbiendo el choque de cargas, protegiendo los componentes de transmisión. La construcción de la cámara de goma modera los efectos de las vibraciones torsionales.

### Acoplamiento flexible

La flexibilidad de la cámara es capaz de compensar desalineaciones en los ejes y absorbe movimiento axial.

### Construcción ventilada

Las zapatas de fricción permiten el pasaje de aire a través de ellas, resultando un buen disipador de temperatura.

### Especialmente diseñada para usos marinos.

# Llanta FM

## Datos técnicos

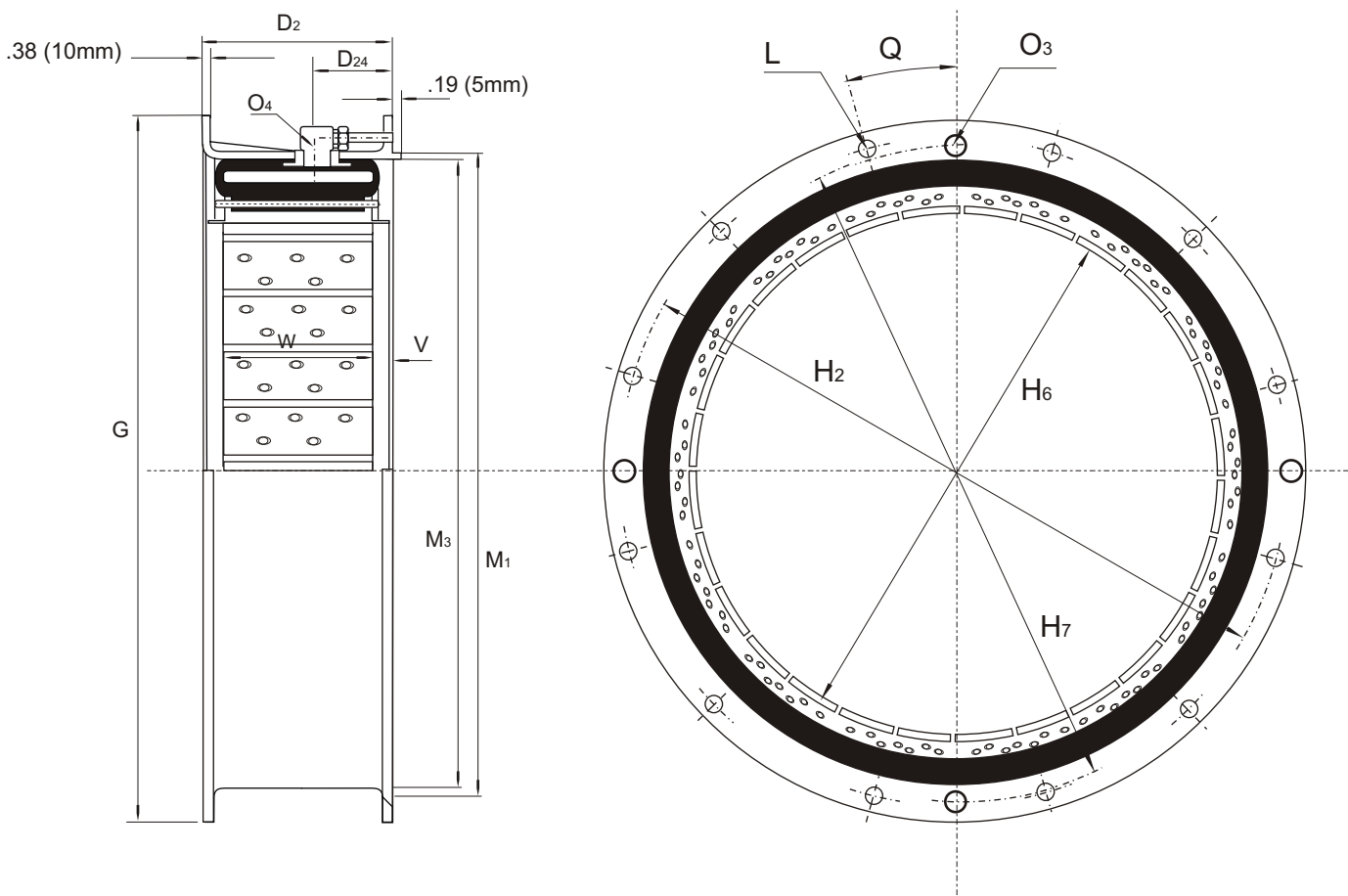
### Tamaño 26 al 48



INGLES		lb.pulg @ 75 psi	r p m	rs i/ r p m <sup>2</sup>	lb /ft <sup>2</sup>	lb	pulg <sup>2</sup>	Pulgadas		pulg <sup>2</sup>	Pulgadas
								nuevo	usado		
26FM475	103212	120000	1030	40	280	160	302	0.30	0.21	120	125.81
30FM500	103252	171000	915	48	430	190	379	0.33	0.18	210	29.81
35FM500	103291	240000	790	58	760	250	433	0.33	0.18	250	34.81
40FM550	103312	336000	700	68	1150	310	540	0.33	0.18	320	39.81
45FM650	103335	558000	605	79	2020	400	752	0.33	0.18	430	47.75
Tamaño	N° de Parte ①	M. torque Nominal	Máxima velocidad	C <sub>s</sub> Constante de pérdida centrifuga	Wk <sup>2</sup>	Peso	Area de fricción	Espesor del revestimiento de fricción		Volumen de aire ⑤	Mimino de campana
					J	Peso					
26FM475	103212	13600	1030	2.8	11.76	72	2099	7,6	5	1.97	656
30FM500	103252	19300	915	3.3	18.06	86	2634	8,4	5	3.44	757
35FM500	103291	27100	790	4.0	31.92	113	3009	8,4	5	4.10	884
40FM550	103312	38000	700	4.7	48.30	140	3753	8,4	5	5.25	1011
45FM650	103335	63100	605	5.5	84.84	181	5226	8,4	5	7.05	1213
SI		N.m @ 5.2 bar	r p m	bar/r p m <sup>2</sup>	kg.m <sup>2</sup>	kg	cm <sup>2</sup>	nuevo Milímetros	usado	dm <sup>2</sup>	mm

#### NOTAS:

- 1- El torque indicado es dinámico, el torque estático es aproximadamente 25% mayor. El torque en cada aplicación depende de la presión de aire y la velocidad.
- 2- Tolerancia + 0,000/-0,006 pulg.  
(+ 0,00/-0,15 mm).
- 3- Tolerancia + 0,005/-0,000 pulg.  
(+ 0,13/-0,00 mm).
- 4- Roscas NPT.
- 5- Con campana instalada y fricción asentada.



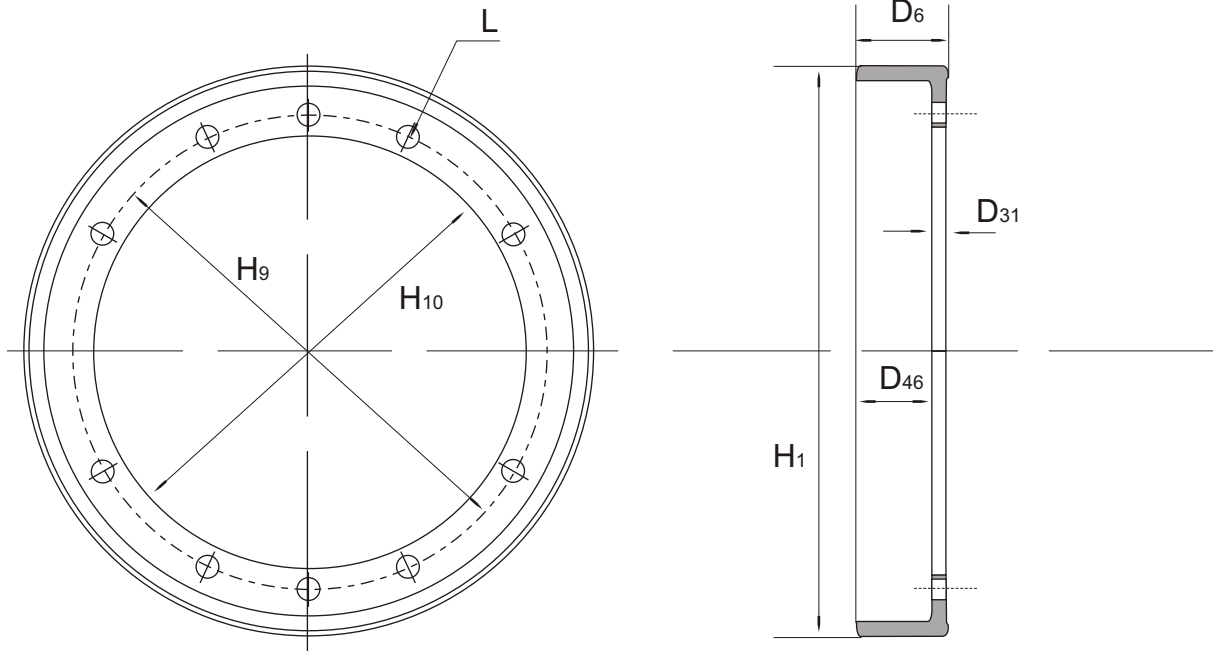
INGLES	lb.pulg @75 psi	Dimensiones en pulgadas																
26FM475	103212	120000	6.94	3.38	34.750	33.438	26.19	32.88	12	0.69	31.500	31.125	0.38	3/8-18	15.000	1.00	4.75	12
30FM500	103252	171000	7.19	3.50	39.375	38.000	30.19	37.50	12	0.81	35.750	35.380	0.50	1/2-14	15.000	1.00	5.00	14
35FM500	103291	240000	7.69	3.75	45.875	44.375	35.19	43.75	12	0.81	42.000	41.380	0.63	3/4-14	15.000	1.25	5.00	16
40FM550	103312	336000	8.44	4.13	51.375	49.875	40.19	49.25	12	0.81	47.375	46.755	0.63	3/4-14	15.000	1.38	5.50	18
48FM650	103335	558000	9.06	4.44	59.500	58.000	48.19	57.25	16	0.81	55.375	54.760	0.63	3/4-14	11.250	1.19	6.50	21
Tamaño	N° de Parte	1 M. torque Nominal	D <sub>2</sub>	D <sub>24</sub>	2 G	H <sub>2</sub>	H <sub>6</sub>	H <sub>7</sub>	No.	∅	2 M <sub>1</sub>	3 M <sub>3</sub>	O <sub>3</sub>	4 O <sub>4</sub>	Q (Deg)	v	w	c
26FM475	103212	13600	176	86	882.7	849.3	665	835	12	18	800.1	790.6	10	3/8-18	15.000	25	121	12
30FM500	103252	19300	183	89	1000.1	965.2	767	953	12	21	908.1	898.7	13	1/2-14	15.000	25	127	14
35FM500	103291	27100	195	95	1165.2	1127.1	894	1111	12	21	1066.8	1051.1	16	3/4-14	15.000	32	127	16
40FM550	103312	38000	214	105	1304.9	1266.8	1021	1251	12	21	1203.3	1187.6	16	3/4-14	15.000	35	140	18
48FM650	103335	63100	230	113	1511.3	1473.2	1224	1454	16	21	1406.5	1390.9	16	3/4-14	11.250	30	165	21
SI	N.m @ 5,2 bar	Dimensiones en milímetros																

Los datos presentados en los catálogos son indicativos y sujetos a modificación sin previo aviso.

# Llanta FM

## Componentes de Montaje

### Campana - Datos Dimensionales y técnicos



**NOTAS:**

- 1- Tolerancia + 0,000/-0.010 pulg.  
(+ 0,00/-0,25 mm).
- 2- Tolerancia + 0,003/-0.000 pulg.  
(+ 0,08/-0,00 mm).

INGLES		Dimensiones en pulgadas										
26FM475	0.75	26	10	0.81	5.25	3.25	16.130	14.750	5.25	4.19	21.630	20.250
30FM500	0.75	30	10	0.88	5.50	3.75	20.130	18.750	5.50	3.88	25.630	24.250
35FM500	1.00	35	10	1.00	6.50	4.25	23.505	21.875	6.69	4.25	30.005	28.375
40FM550	1.25	40	10	1.06	6.50	4.00	26.255	24.375	6.50	3.50	33.755	31.875
48FM650	1.25	48	12	1.06	7.00	3.06	37.760	35.875	7.00	4.50	42.010	40.000
Tamaño	$D_{31}$	$H_1$ ①	Dimensiones en milímetros									
			N°	Día	Campana condición delantera				Campana condición reversa			
					$D_6$	$D_{46}$	$H_9$ ①	$H_{10}$ ②	$D_6$	$D_{46}$	$H_9$ ①	$H_{10}$ ②
26FM475	19	660	10	21	133	83	409.7	374.7	133	106	549.4	514.4
30FM500	19	762	10	22	140	95	511.3	476.3	140	99	651.0	616.0
35FM500	25	889	10	25	165	108	597.0	555.6	170	108	762.1	720.7
40FM550	32	1016	10	27	165	102	666.9	619.1	165	89	857.4	809.6
48FM650	32	1219	12	27	178	78	959.1	911.2	178	114	1067.1	1016.0

Campana condición delantera					
Tamaño	N° de Parte	INGLES		SI	
		Peso lb	Wk <sup>2</sup> lb- ft <sup>2</sup>	Peso Kg	J Kg-m <sup>2</sup>
26FM475	217014	190	170	86	7.14
30FM500	217016	210	280	95	11.76
35FM500	217090	310	570	140	23.94
40FM550	217039	460	990	208	41.58
48FM650	217120	590	1970	267	82.74

Campana condición reversa					
Tamaño	N° de Parte	INGLES		SI	
		Peso lb	Wk <sup>2</sup> lb- ft <sup>2</sup>	Peso Kg	J Kg-m <sup>2</sup>
26FM475	217015	145	150	66	6.30
30FM500	217121	175	250	79	10.50
35FM500	217040	245	490	111	20.58
40FM550	217091	350	830	159	34.86
48FM650	217017	500	1750	227	73.50

### General

La sección técnica del catálogo contiene información que pertenece a la selección, montaje, alineación y control de frenos y embragues en general. Las fórmulas, símbolos y unidades están identificados. Se recomienda revisar la sección técnica antes de intentar clasificar un producto específico para una aplicación.

### Torque de ajuste de llantas

El torque nominal de cada llanta indicado en el catálogo, corresponde a una presión efectiva **Pr** de 75 psi (5,2 bar). El torque nominal debe ser ajustado por la presión de operación **Po**, pérdida parásita **Pp** y revoluciones de operación. La presión máxima permisible depende de la frecuencia de accionamiento. En general, las presiones indicadas en la siguiente tabla no deben excederse.

Máxima presión permisible		
Modelo	Psi	Bar
FK	110	7.6
FM	150	10.3
FKT	125	8.6

Las llantas tienen una inherente presión parásita **Pp** requerida para lograr contacto entre las zapatas de fricción y las campanas, que representan la presión para superar la resistencia de la cámara; para la llanta FKT, la presión para superar la resistencia de los flejes de las zapatas. La presión parásita está indicada en la siguiente tabla y debe ser deducida de la presión de operación.

Presión parásita		
Tamaño	Psi	Bar
3 FK	20	1.38
4 y 5 FK	15	0.34
6 y 8 FK	5	1.10
10 al 45 FK	2	0.14
Todos FM	5	0.34
Todos FKT	4	0.28

En las llantas que rotan, al torque nominal hay que ajustarlo para compensar los efectos de la fuerza centrífuga que actúa sobre las zapatas de fricción. El método usado para calcular la presión de operación compensadora **Pc** es deducida de la presión de operación.

$$P_c = C_s \cdot n^2 \cdot E - 06$$

Donde **Pc**: presión compensadora (psi o bar).

**Cs**: velocidad constante (obtenida de página del catálogo de la llanta).

El valor del torque ajustado **Me** se calcula:

$$M_e = \frac{P_o - P_p - P_c}{P_r} \cdot M_r$$

El torque ajustado **Me** debe ser igual o mayor que el requerido para el embrague **Mc** o para el freno **Mb**. Los ejemplos 1, 2 y 3 ilustran el uso de estas fórmulas.

### Capacidad térmica continua

Las llantas neumáticas no son recomendadas para aplicación de resbalamiento constante en sus versiones estandar. Para ésto, disponemos de productos con mejor rendimiento, como la línea de refrigerados por agua o ventilación forzada.

### Capacidad no cíclica

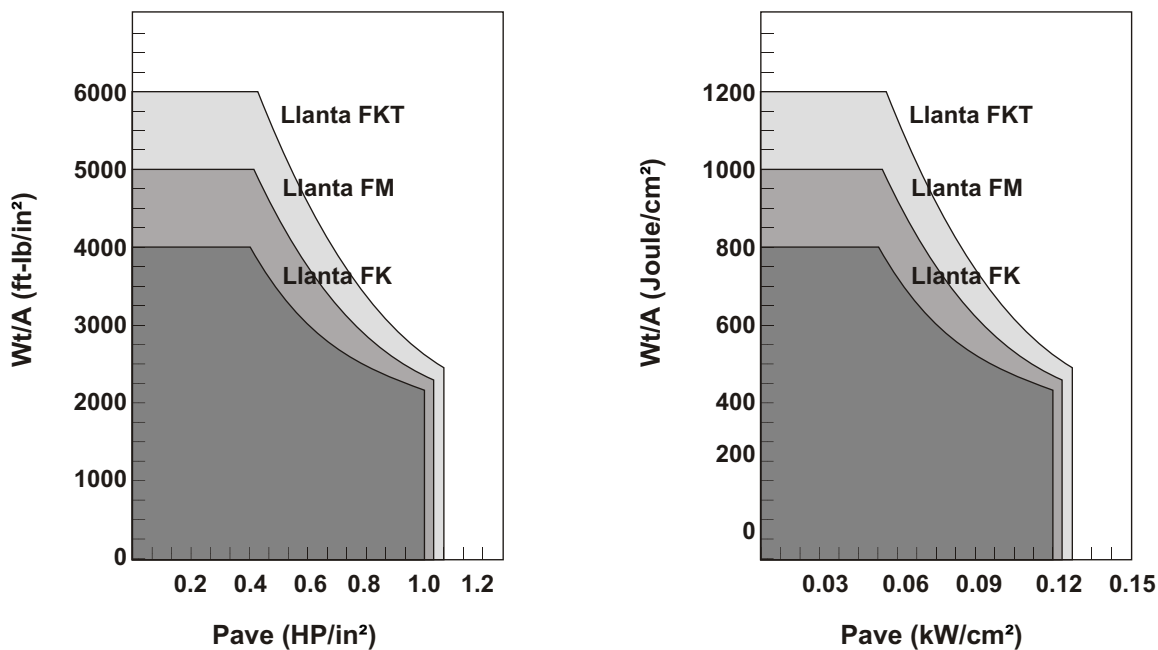
La capacidad no cíclica está determinada por la superficie de los sectores de fricción, la masa de la campana y la capacidad para la absorción del calor y la conductividad térmica. Las propiedades de nuestra campana de fundición de acero resultan las indicadas en el gráfico.

La energía térmica calculada para la carga es ajustada para incluir la energía asociada con la aceleración y desaceleración de los componentes de los embragues y/o frenos que resultan del cálculo tentativo. El ajuste de la energía térmica **Wt** es dividida por el área **A** de fricción de cada llanta. Luego el promedio **hp** (no por caballos) **Pave** es calculado por:

$$\text{Pave: } \frac{pt}{A}$$

El punto (**W t/A, Pave**) es trazado en el gráfico. Si el punto cae debajo de la línea que delimita el producto, la selección maneja la carga térmica. Si no es así, se deberá utilizar una llanta que posea una mayor superficie de fricción. El ejemplo 4 al final de esta sección ilustra el uso del gráfico.

Capacidad Térmica No Cíclica  
(Campana de Fundición Gris)



### Capacidad térmica cíclica

La capacidad térmica de un embrague o freno dependen del diseño y disposición del montaje de sus componentes y la velocidad a la que éste es sometido.

Los componentes con pequeñas inercias deberían ser montados en el eje donde comienza y se detiene cada ciclo. Los resguardos protectores deberían diseñarse para asegurar una adecuada circulación de aire.

La capacidad térmica cíclica **Pc** para las llantas FK y FKT está determinada en los siguientes gráficos.

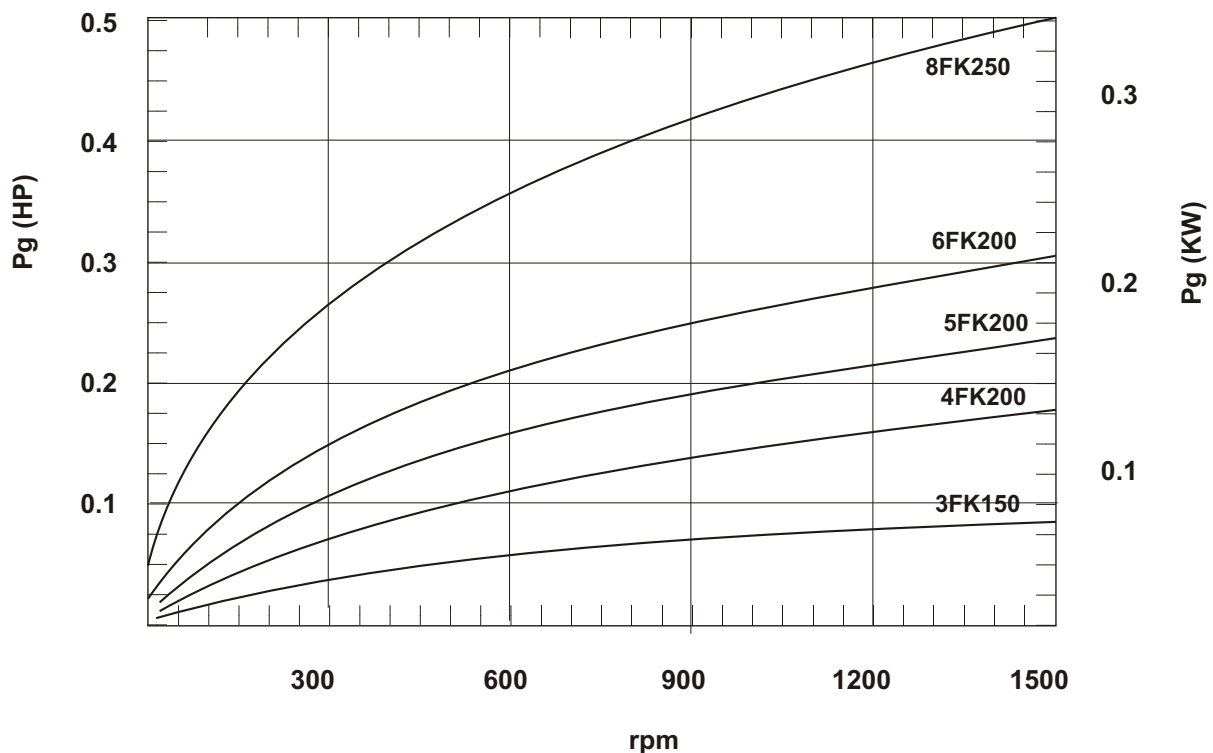
Las llantas FM no son recomendadas para el deber cíclico porque el requerimiento térmico puede ser manejado con mayor eficacia con pequeños diámetros de llanta FKT. Las capacidades son para las aplicaciones que tienen la campana y el cubo del lado del eje conducido de la instalación. Las llantas mostradas tienen el máximo número de entradas permitidas a la cámara. La capacidad **Pg** obtenida en estos gráficos debe ser multiplicada por un apropiado factor de disposición de montaje **Kt** dado en la tabla.

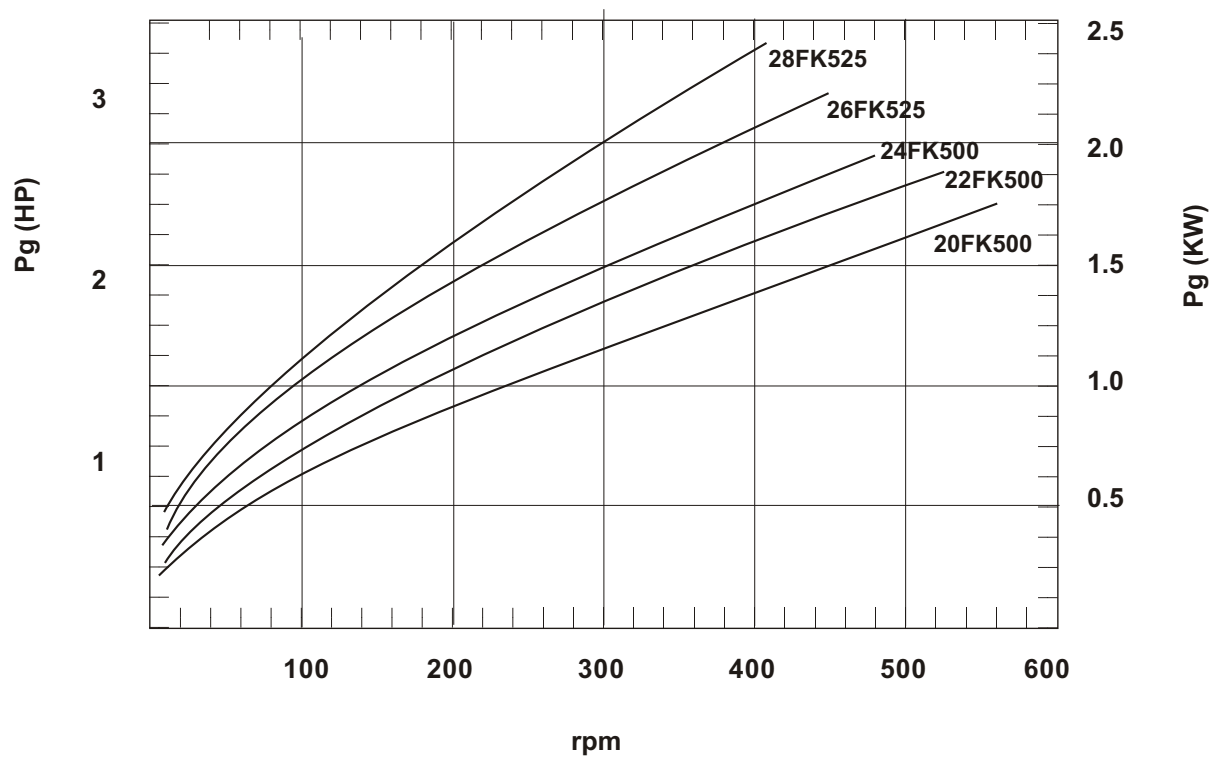
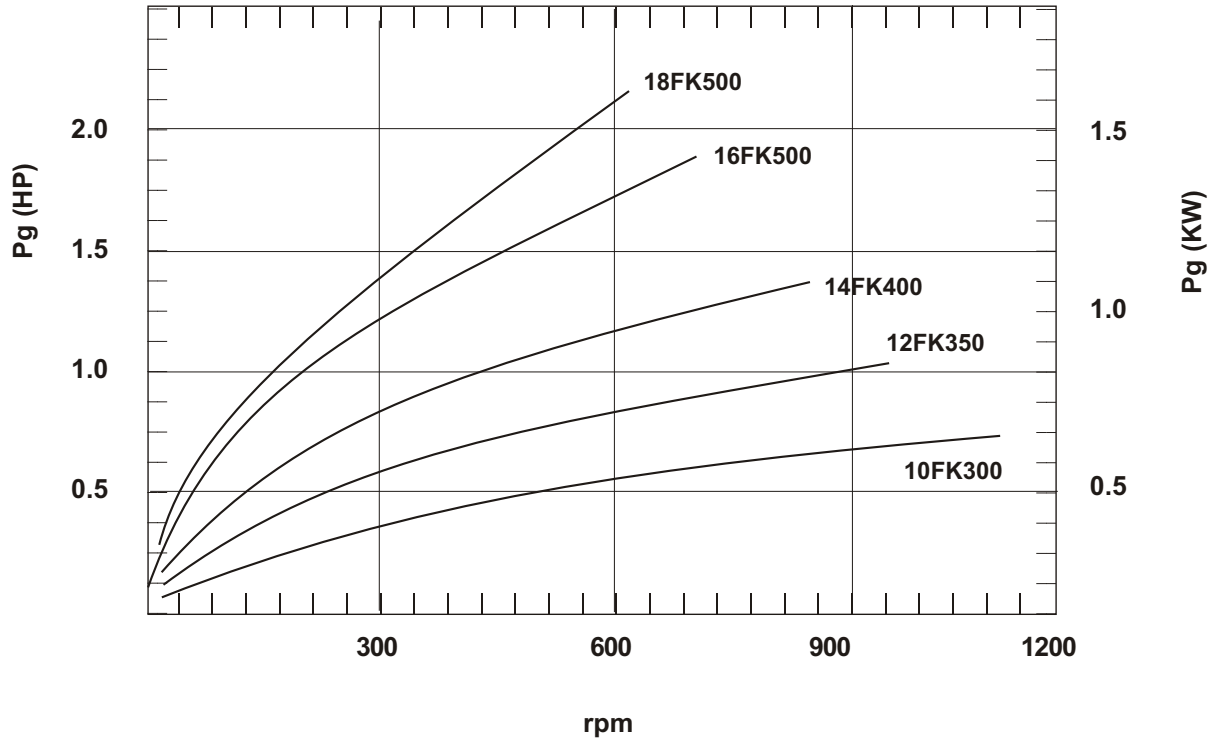
$$P_c = P_g \cdot K_t$$

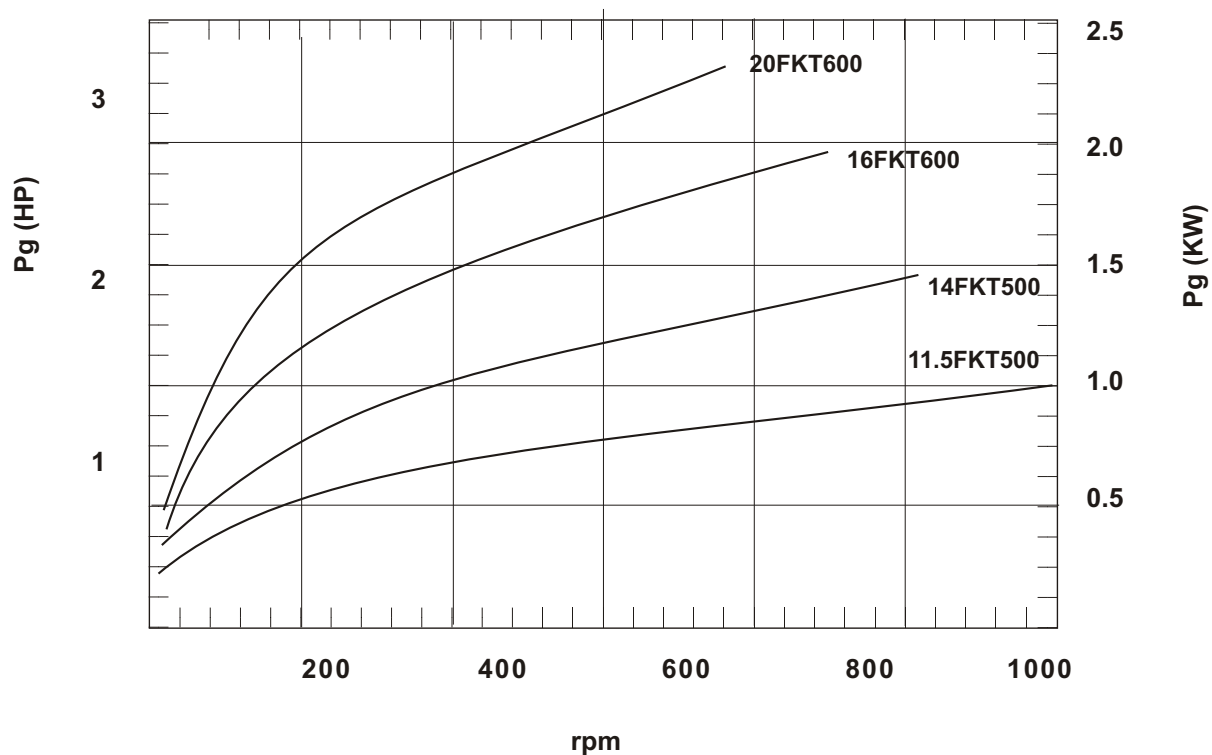
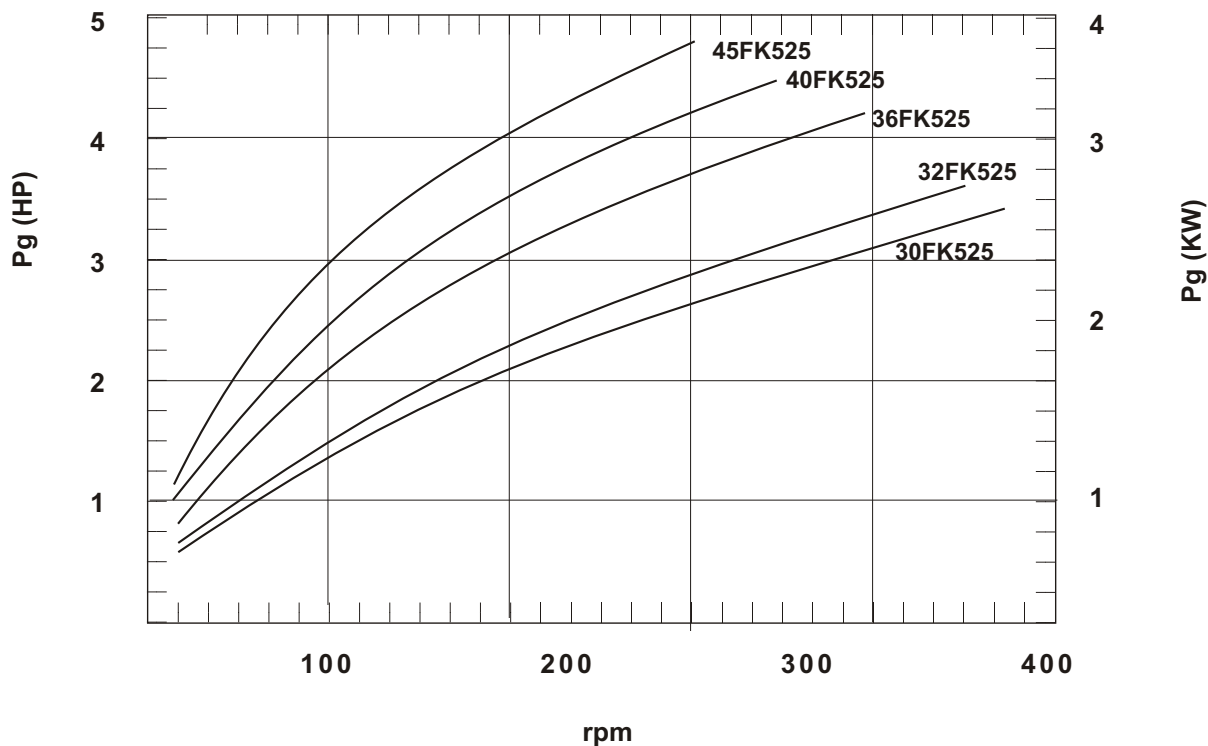
Disposición Montaje Factor Kt		
Disposición	Llanta Simple	Llanta Dual
Porta llanta	1.0	1.6
Adaptador Ventilado	1.67	2.67
Freno	0.5	0.8

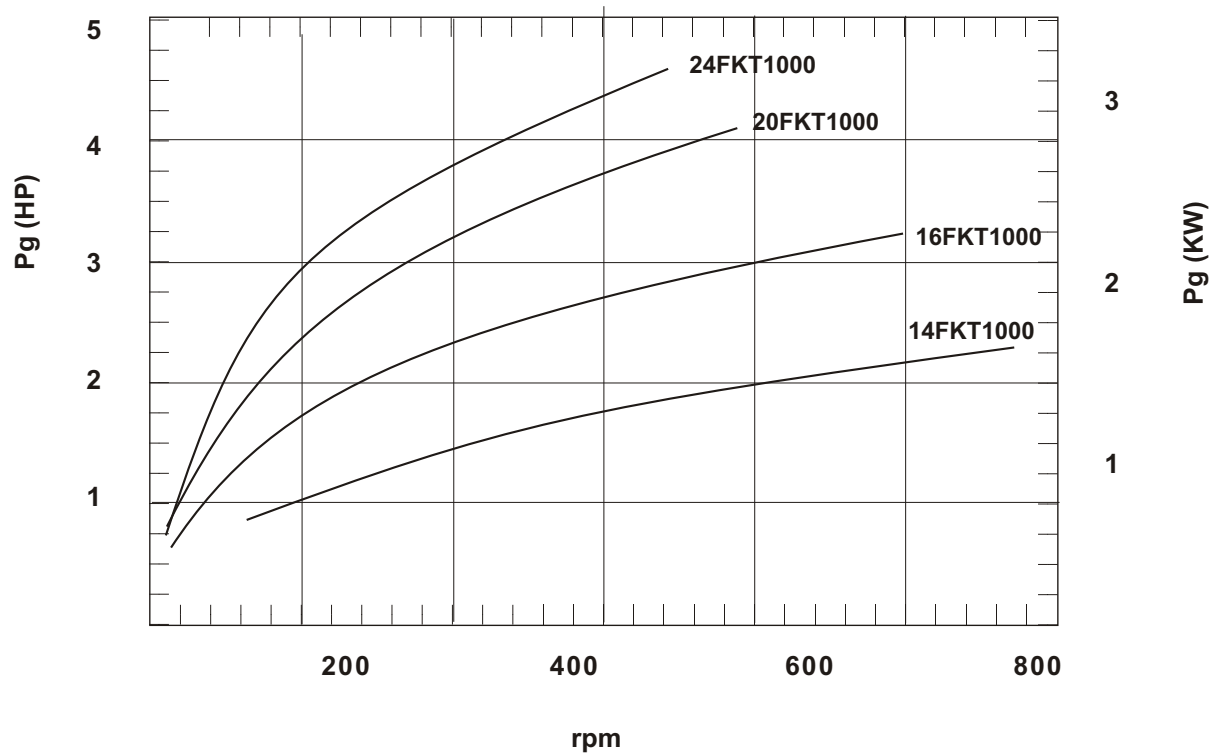
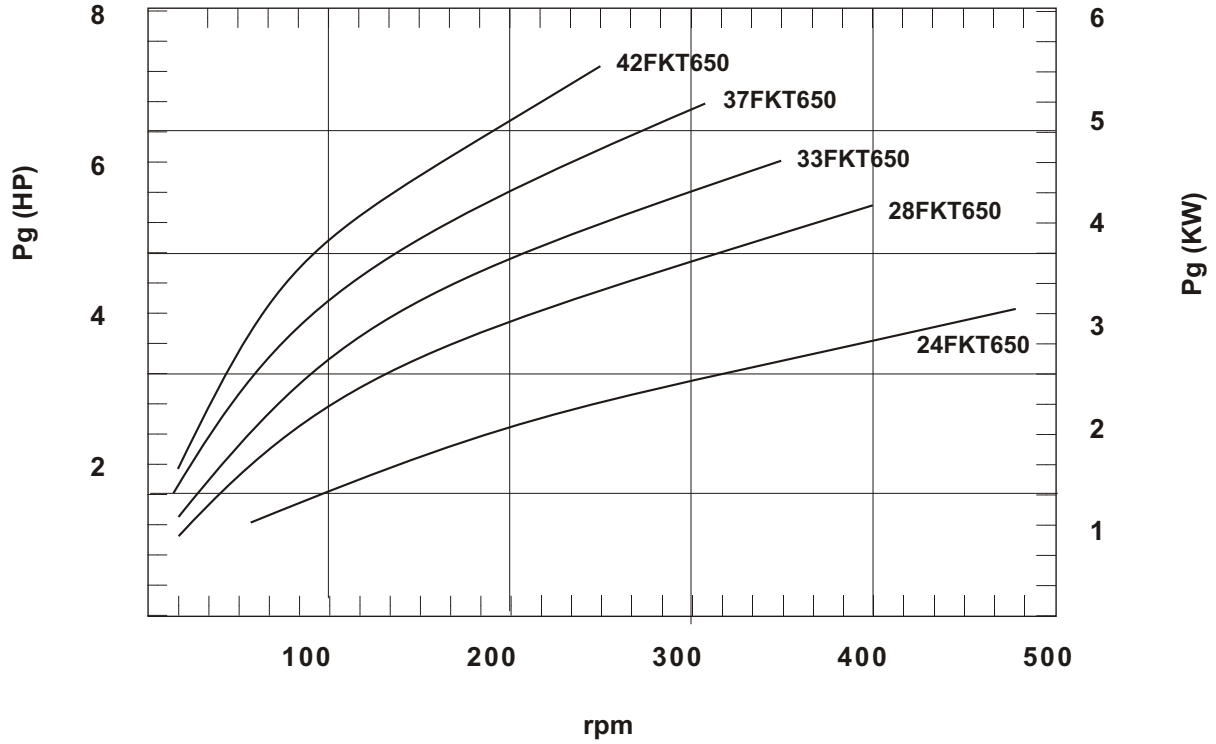
La capacidad térmica cíclica **Pc** de la llanta debe ser mayor o igual que la capacidad térmica requerida.

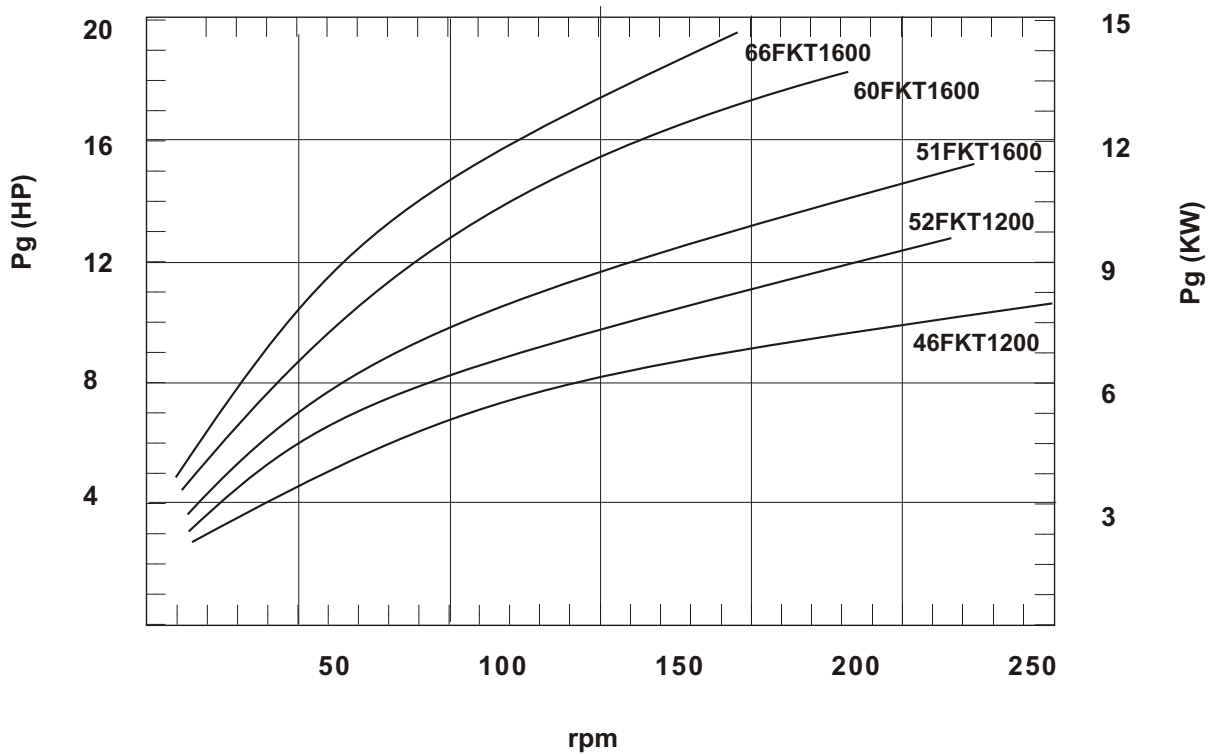
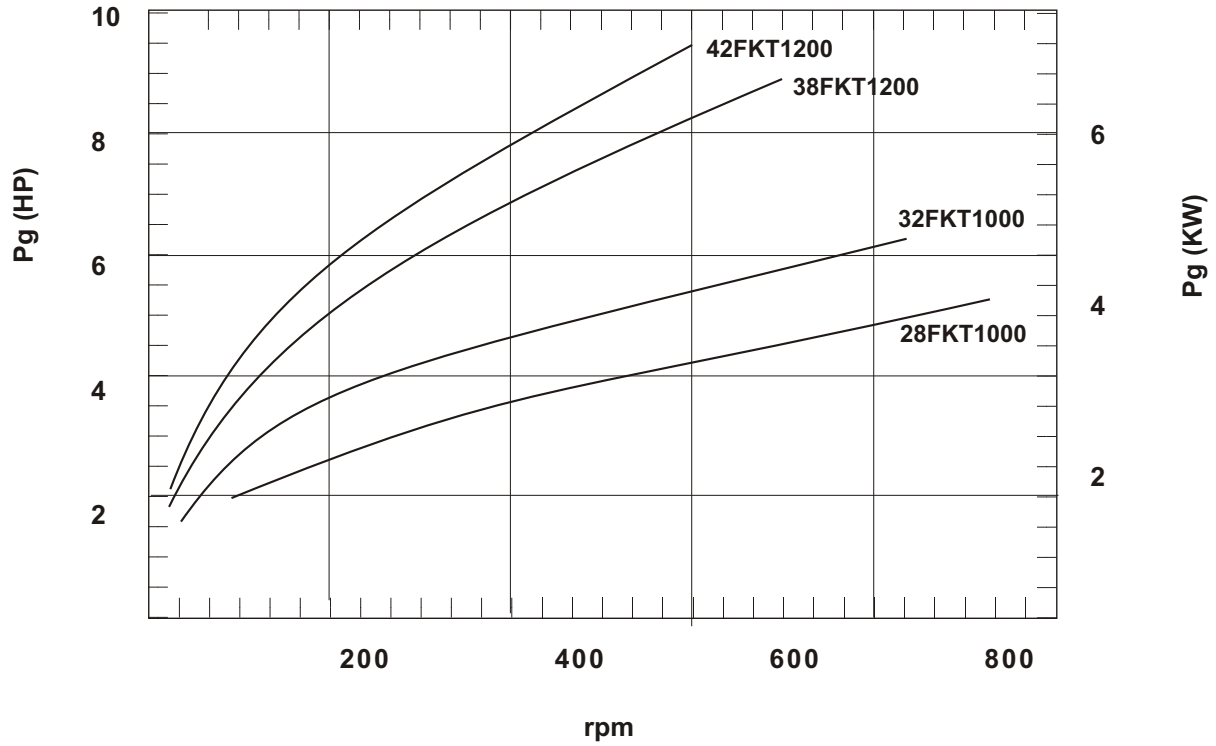
El ejemplo 5 al final de esta sección ilustra el uso del gráfico.











### Velocidad periférica de los Componentes

La velocidad de los componentes debe estar debajo de los valores dados en la tabla. En algunas aplicaciones los componentes deben girar locos a velocidades superiores que sus engranajes. Esto debe ser tomado en consideración cuando se calculan sus velocidades.

Las velocidades se calculan:

$$V \text{ (fpm)} = 0.262.n.D$$

$$V \text{ (mps)} = 5.236E - 05.n.D$$

Donde "D" es el diámetro exterior del componente en pulgadas ó mm.

Máxima velocidad periférica		
Componentes	fpm	mps
Porta llanta	8500	43
Campana	8500	43
Cubo	8500	43
Adaptador Ventilado	6500	33

### Método de Selección

Hay dos maneras de llegar a la selección. El método analítico que es la forma óptima de hacerlo, mientras que por el método de factor de servicio se obtiene un resultado de aproximación. Siempre que sea posible, debe ser usado el método analítico.

#### Método analítico

Los pasos a seguir son:

- 1- Determinar el torque requerido.
- 2- Determinar el requerimiento térmico.
- 3- Determinar la disposición del montaje, espacio disponible y diámetro de los ejes.
- 4- Hacer la selección tentativa usando los pasos 1, 2 y 3.
- 5- Ajustar el torque nominal de la selección tentativa para la presión y velocidad de operación.
- 6- Ajustar el requerimiento térmico para incluir la energía de los componentes del embrague o freno con la aceleración y desaceleración y determinar si está dentro de la capacidad de selección tentativa.
- 7- Chequear la velocidad periférica del porta llanta y campana para determinar si están dentro de los límites operacionales de los componentes dados en la tabla.

El paso 3 requiere de algunas mediciones para asegurar que no se interferirá con el espacio asignado (largo, ancho, volteo). Si la selección tentativa no necesita los requerimientos de los pasos 5, 6 y 7, podrá considerarse tanto una llanta simple de tamaño considerable como una pequeña llanta dual. Los pasos 4 al 7 serán repetidos para la nueva selección. Si la nueva selección no requiere de los pasos 5 y 6 un producto de línea diferente será considerado. Si la selección no necesita de los requerimientos del paso 7 es posible fabricar los componentes en otros materiales los cuales pueden resistir la fatiga asociada a las altas velocidades.

#### Método de Selección por factor de servicio "fs".

Seleccionar el **fs** de la tabla correspondiente; si no se encuentra la aplicación que requiere, seleccione un **fs** de una máquina con características similares. Multiplique la potencia **Pp** por el **fs** y obtendrá las potencias de cálculo **Pd**.

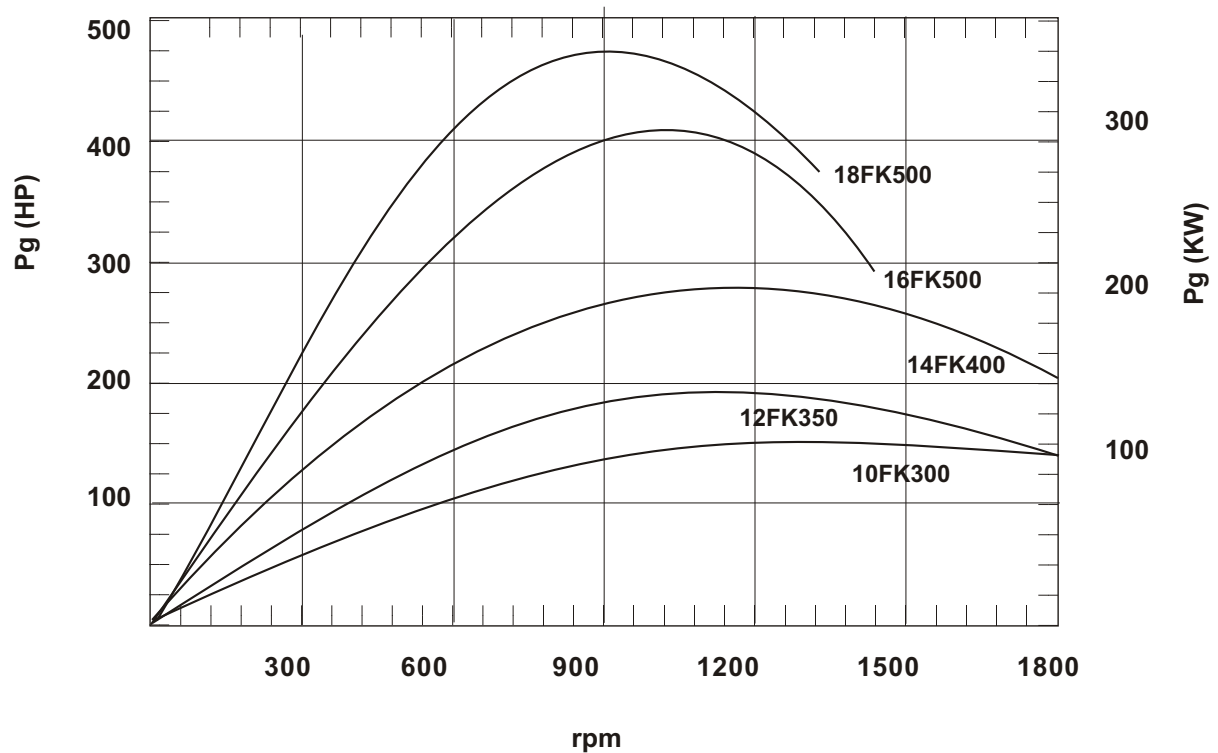
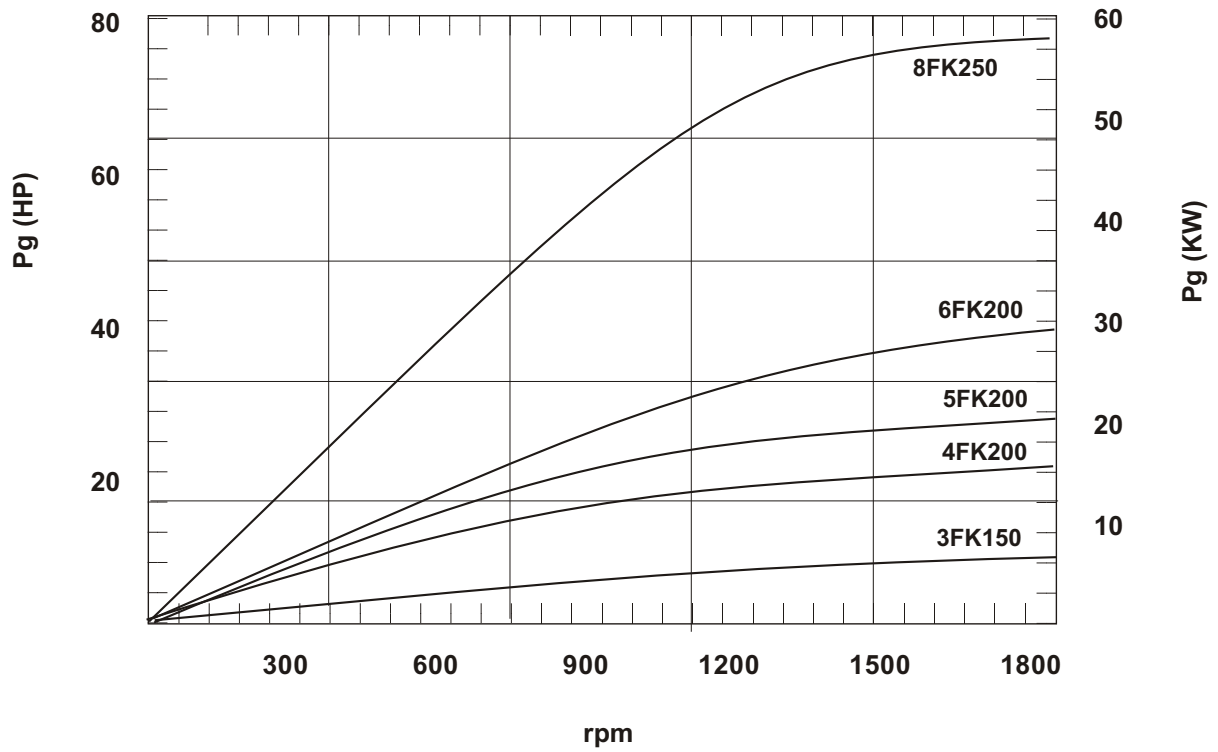
$$Pd = Pp.fs$$

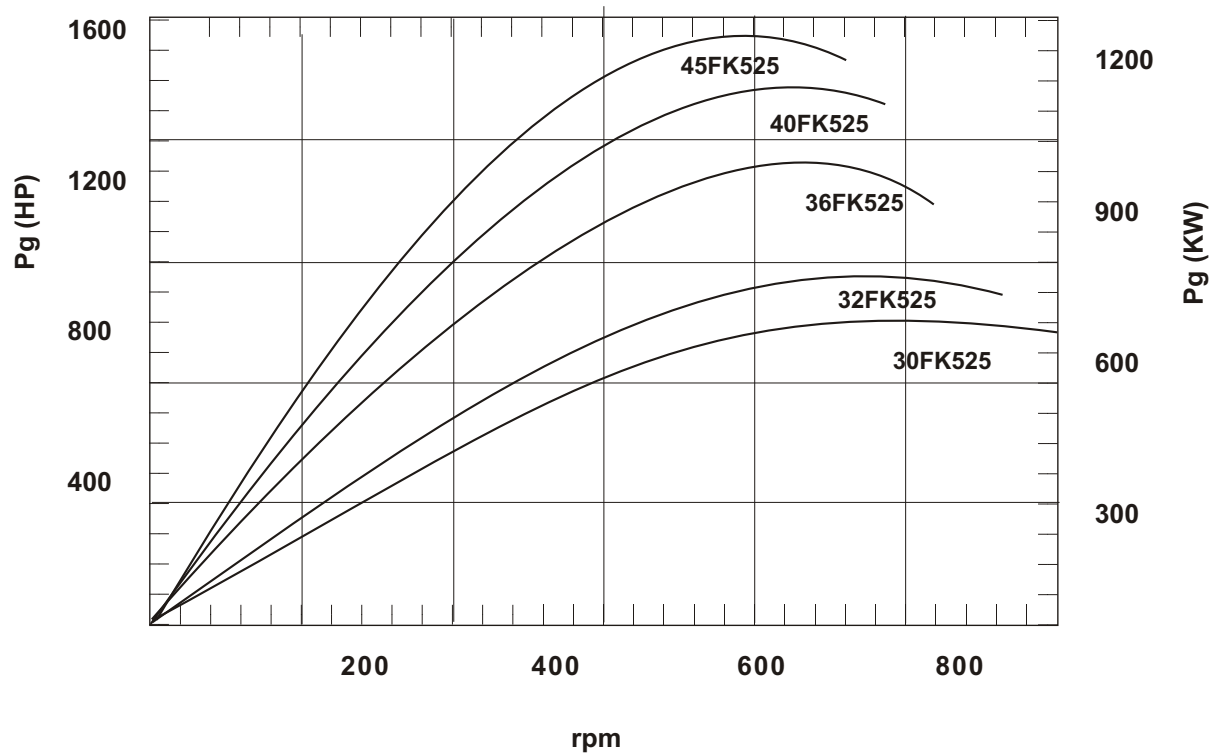
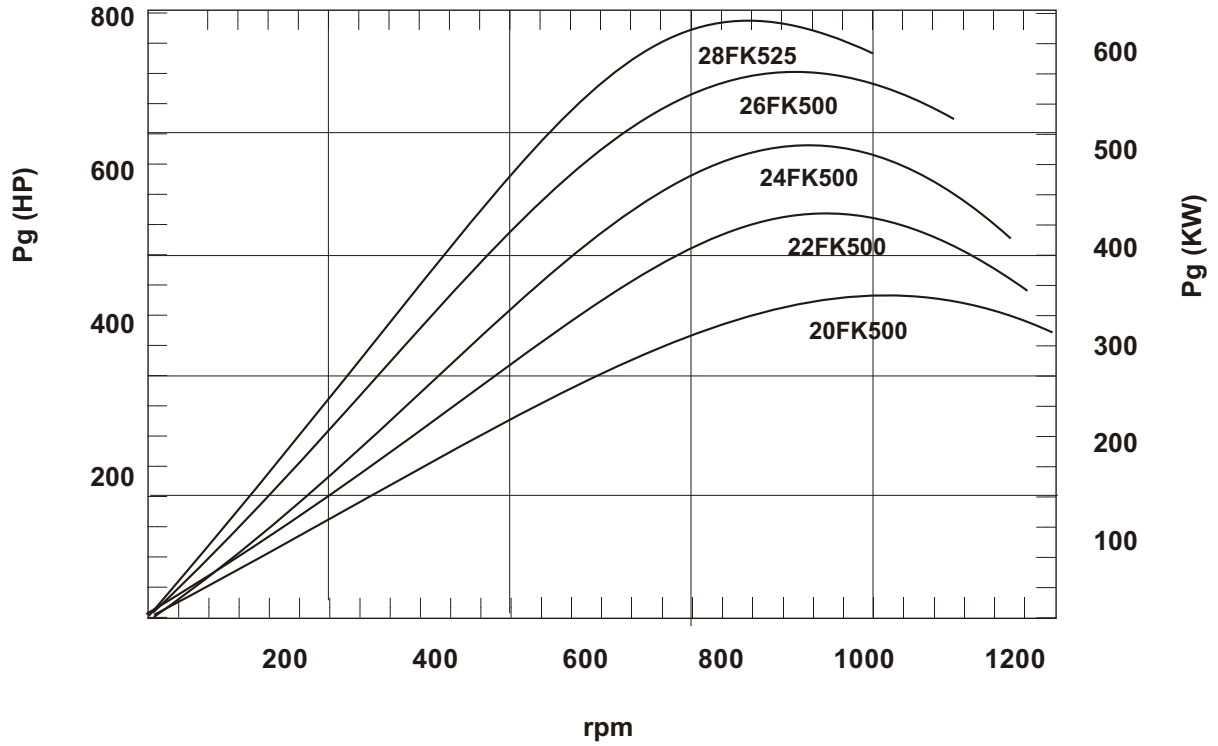
Para aplicaciones de embrague, ya que la presión de trabajo es de 75 psi (5,2 bar), usar el gráfico de potencia de cálculo para seleccionar una llanta, relacionando la potencia de cálculo con la velocidad de operación de llanta. Estos gráficos son para llantas simples; para embragues duales, se duplica la capacidad graficada.

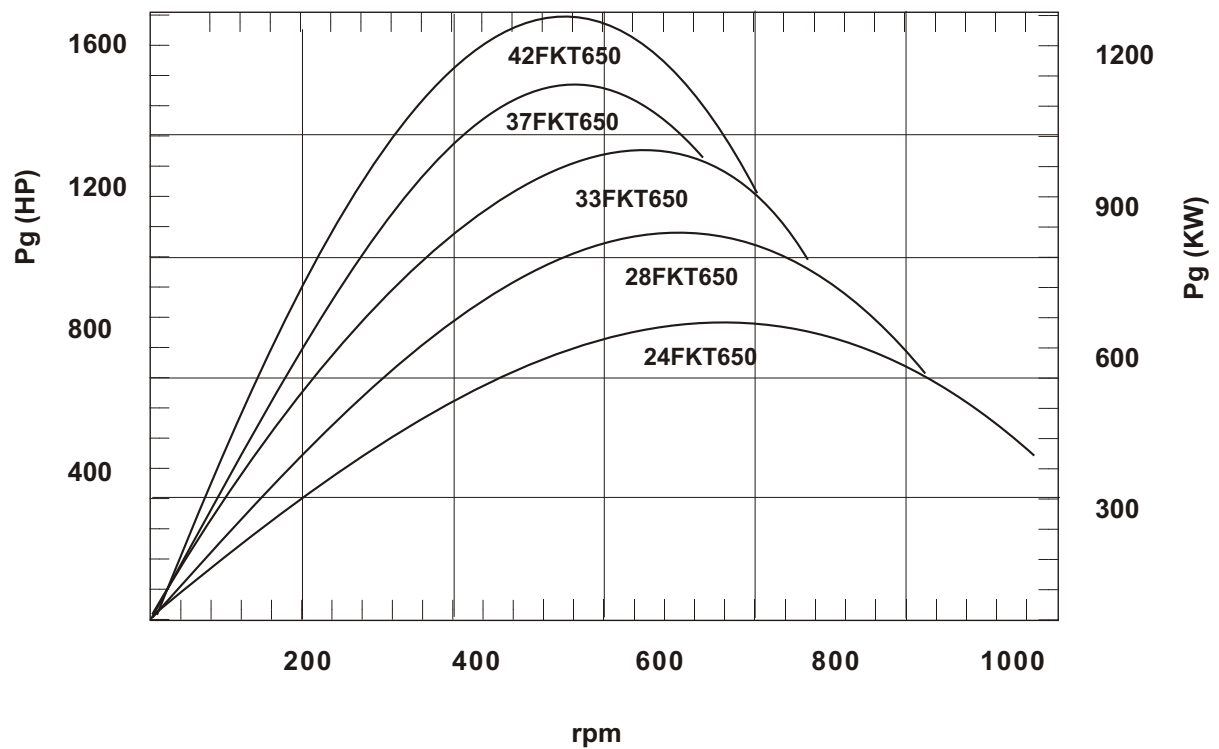
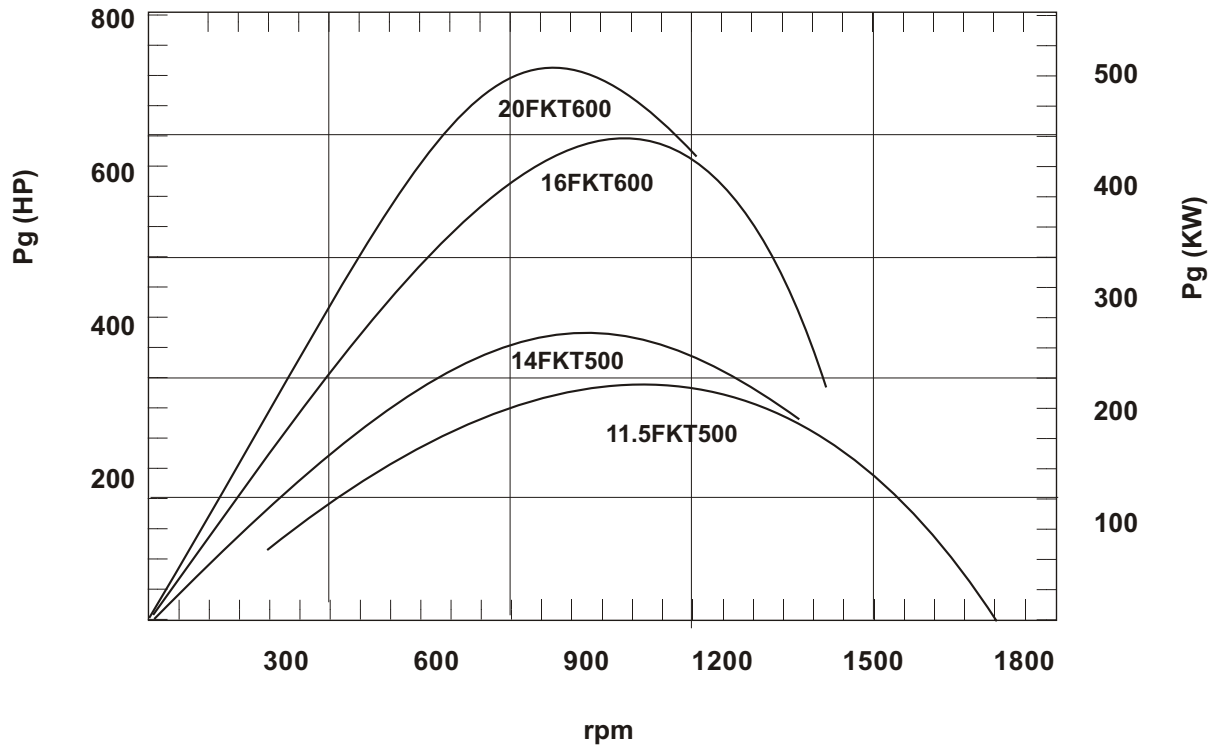
Para embragues que operan con otro rango de presión, o para frenos estacionarios, el factor de servicio se aplica al movimiento de torque **Mp** referido al eje motriz.

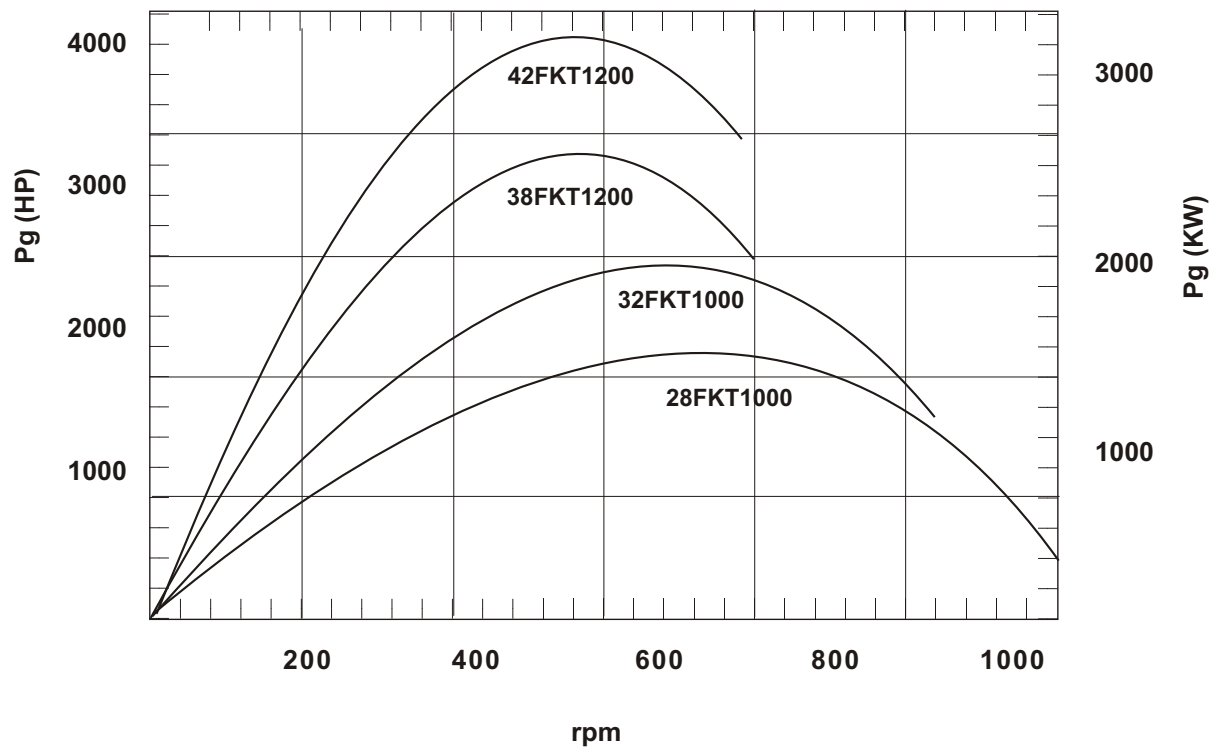
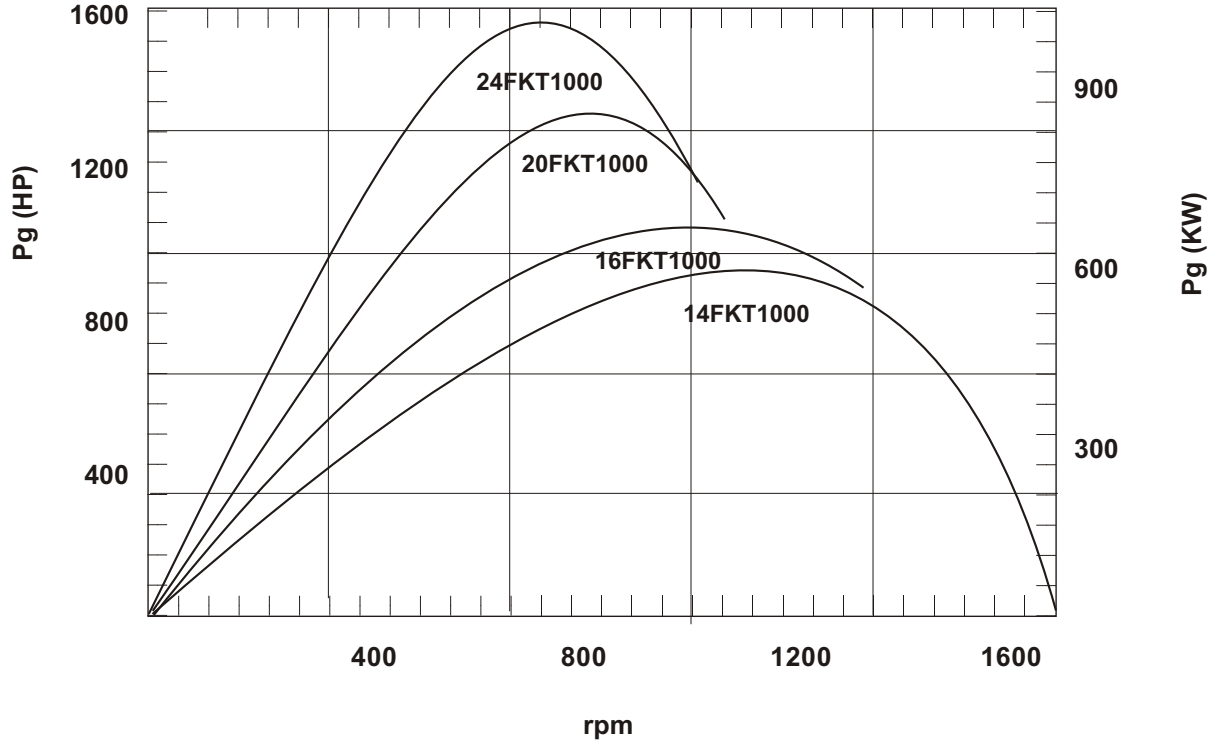
El torque requerido para embragues **Mc** o para frenos **Mb** es usado para hacer una selección tentativa de la llanta. El torque **Mc** indicado para una llanta es ajustado de acuerdo al régimen de revoluciones y la presión de aire aplicada.

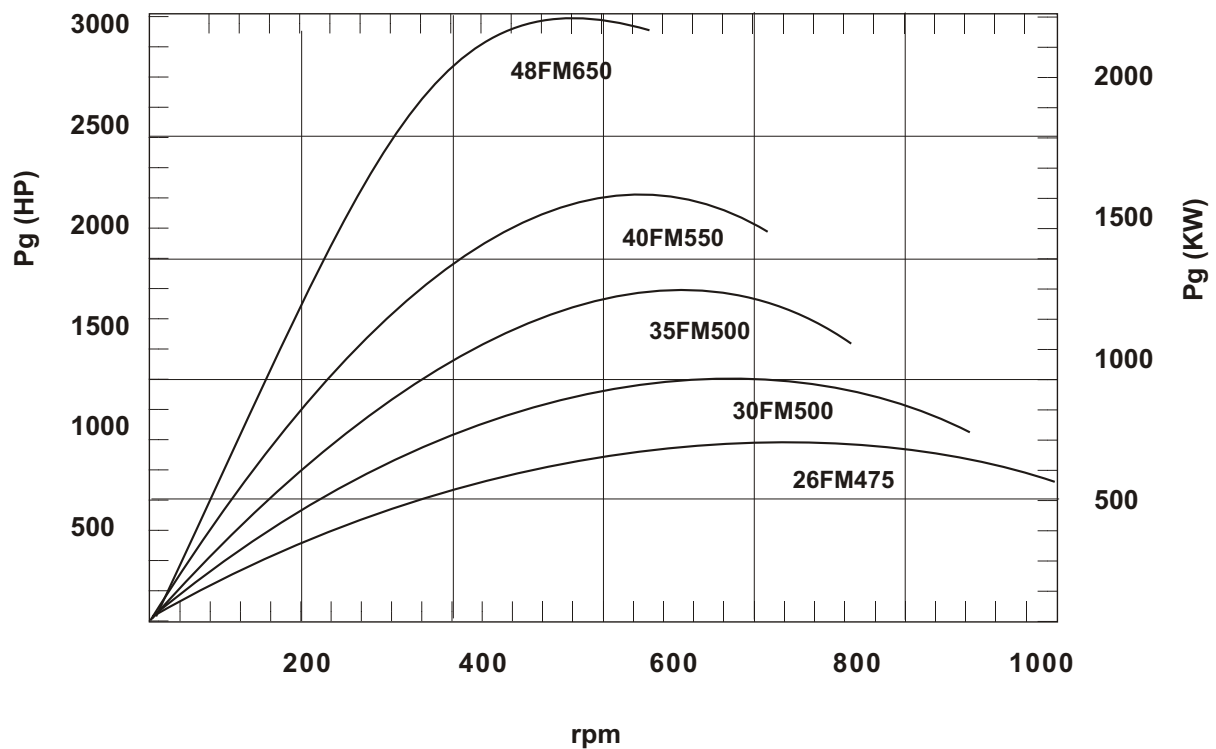
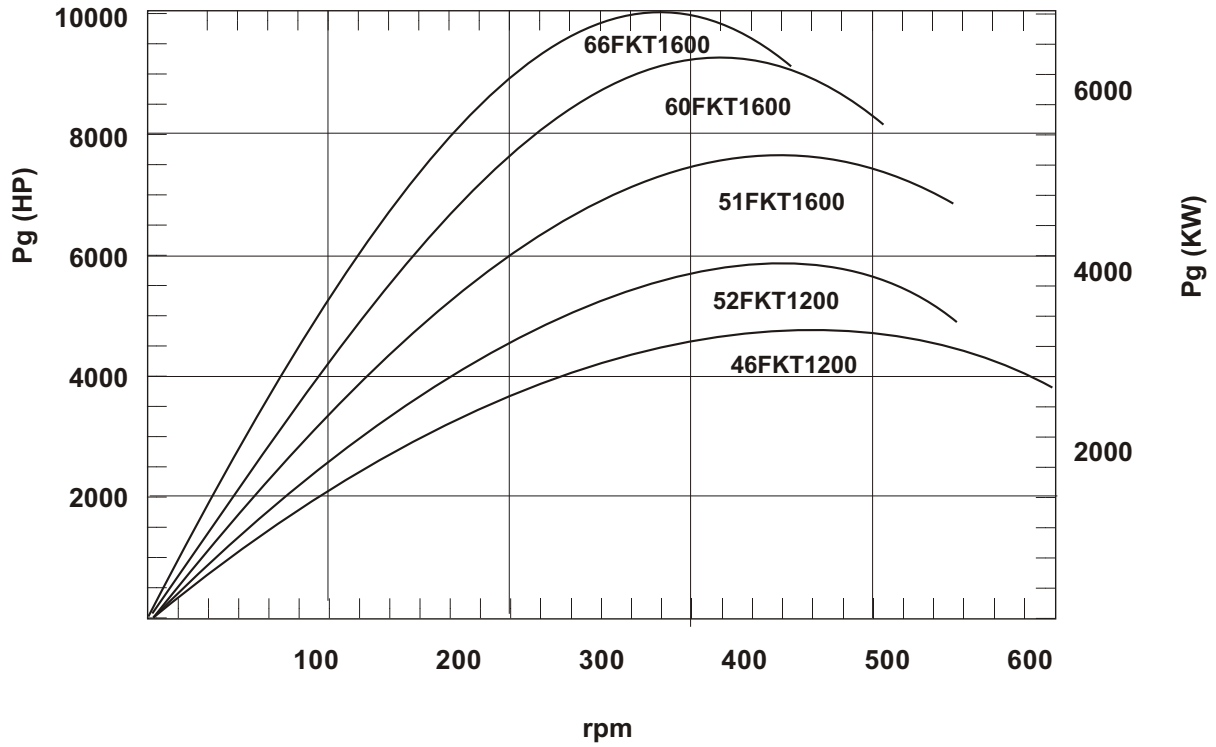
El torque **Me** ajustado debe ser igual o mayor que **Mc** o **Mb**.











### Ejemplo 1

Determinar el torque dinámico de un **16-FK-500**, que rota a 1000 r.p.m con una presión de 100 psi (6,9 bar).

$$Me = \frac{Po - Pp - Pe}{75} \cdot Mr$$

$$Pp = 2 \text{ psi}$$

$$Pc = Cs \cdot n^2 \cdot E - 06$$

$$= 20 \cdot 1000^2 \cdot E - 06 = 20 \text{ psi}$$

$$Me = \frac{100 - 2 - 20}{75} \cdot 35200$$

$$= 36.600 \text{ lb.pulg}$$

### Ejemplo 2

¿Qué presión mínima debería aplicarse al **12-FK-350**, elemento que rota a 1200 r.p.m. y que transmite un torque denámico de 1000 lb.pulg (1130 Nm)?

$$Me = \frac{Po - Pp - Pe}{75} \cdot Mr$$

$$Po = 75 \cdot \frac{Me}{Mr} + Pp + Pc$$

$$Pp = 2 \text{ psi}$$

$$Pc = Cs \cdot n^2 \cdot E - 06$$

$$= 20 \cdot 1200^2 \cdot E - 06 = 17 \text{ psi}$$

$$Po = 75 \cdot \frac{10000}{13300} + 2 + 17$$

$$= 75 \text{ psi}$$

### Ejemplo 3

¿Cuál es la capacidad de torque de una llanta estacionaria dual **20-FK-500** sometida a una presión de 50 psi (3,4 bar)?

$$Me = \frac{Po - Pp - Pe}{5,2} \cdot Mr \cdot 1,25$$

$$= \frac{3,4 - 0,14 - 0}{5,2} \cdot 12120 \cdot 1,25$$

$$= 9500 \text{ N.m}$$

### Ejemplo 4

Una llanta **20-FKT-600** es seleccionada tentativamente para operar con carga a velocidad en 5 segundos. La energía térmica que debe absorber es  $1,7 E + 06 \text{ ft}^2 \text{ lb}$  ( $2,3 E + 06 \text{ J}$ ). ¿Qué carga térmica está generando?

$$Wt = \frac{1,7E + 06}{A} = \frac{4500}{380} \cdot \frac{\text{ft.lb}}{\text{pulg}^2}$$

$$Pt = \frac{Wt}{550.t} = \frac{1,7E + 06}{550.5} = 618 \text{ HP}$$

$$Pave = \frac{Pt}{A} = \frac{618}{380}$$

$$= 1,63 \frac{\text{HP}}{\text{pulg}^2}$$

El punto ( $Wt/A$ ,  $Pave$ ) se encuentra fuera de la línea **FKT** en el gráfico capacidad de energía no cíclica. Por lo tanto una llanta **20-FKT-600** no es capaz de manejar la carga térmica, habría que seleccionar una llanta simple de mayor diámetro, que tienen una mayor superficie de fricción.

**La llanta 24-FKT-1000:**

$$Wt = 2360 \cdot \frac{\text{Ft.lb}}{\text{pulg}^2}, \quad Pave = 0,86 \frac{\text{hp}}{\text{pulg}^2}$$

**o llanta 20-FKT-600 dual:**

$$Wt = 2240 \cdot \frac{\text{Ft.lb}}{A}, \quad Pave = 0,81 \frac{\text{hp}}{\text{pulg}^2}$$

Deberán manejarse con cuidado los requerimientos térmicos.

### Ejemplo 5

Para una aplicación térmica cíclica cuya potencia **Pc** es 3 HP (2,2 KW). ¿Qué tamaño de embrague se necesita para que opere a 500 r.p.m.?

$$Pc = Pg \cdot kt ; \quad Pg = \frac{Pc}{Kt}$$

**Pg** es determinado dividiendo la capacidad térmica por el factor de montaje. Usando el valor **Pg** y el gráfico capacidad térmica cíclica, las variantes de montaje y los tamaños de embrague son:

**Con montaje porta llanta simple o dual:**  
**20-FKT-600 ó 20-FKT1000 SIMPLE**  
**20-FKT-500, 16-FKT-600 ó 16-FKT-1000 DUAL**

**Con adaptación ventilada:**  
**16-FKT-600 SIMPLE**  
**11,5-FKT-500 DUAL**