



Transductor de fuerza y par

Sistema de sensores de fuerza y par de seis ejes

Manual de instalación y funcionamiento



Documento n.º: 9620-05-Sección de transductores-es

Productos de ingeniería para la productividad robótica

Pinnacle Park • 1041 Goodworth Drive • Apex, NC 27539 • Tel.: +1-919.772.0115 • Fax: +1-919.772.8259 • www.ati-ia.com

Prólogo

La información contenida en este documento es propiedad de ATI Industrial Automation, Inc. y no podrá reproducirse total ni parcialmente sin la autorización previa por escrito de ATI Industrial Automation, Inc. La información aquí contenida está sujeta a cambios sin previo aviso y no debe interpretarse como un compromiso por parte de ATI Industrial Automation, Inc. Este manual se revisa periódicamente para reflejar e incorporar los cambios realizados en el sistema F/T.

ATI Industrial Automation, Inc. no asume ninguna responsabilidad por los errores u omisiones que pueda contener este documento. Agradecemos las observaciones constructivas de los usuarios, que nos ayudarán a mejorar la documentación futura.

Copyright© 2026 por ATI Industrial Automation. Todos los derechos reservados.

Los sistemas de detección de fuerza/par de ATI se consideran componentes o productos semiacabados destinados a su uso en un sistema, dispositivo o producto acabado de mayor tamaño.

Teniendo en cuenta que los productos de ATI Industrial Automation, Inc. (ATI) están destinados a su uso con máquinas robóticas y/o automatizadas, ATI no recomienda el uso de sus productos en aplicaciones en las que el fallo o mal funcionamiento de un componente o sistema de ATI ponga en peligro la vida o haga probable que se produzcan lesiones. Cualquier persona que utilice o incorpore componentes de ATI en cualquier sistema que pueda suponer un riesgo para la vida deberá obtener el consentimiento previo de ATI, tras garantizar a esta que un mal funcionamiento de los componentes de ATI no supone una amenaza directa o indirecta de lesiones o muerte, y (aun cuando se conceda dicho consentimiento) deberá eximir a ATI de cualquier reclamación, pérdida, responsabilidad y gastos relacionados que se deriven de cualquier lesión o muerte resultante del uso de los componentes de ATI.

*Todas las marcas comerciales pertenecen a sus respectivos propietarios.
Windows es una marca comercial registrada de Microsoft Corporation.*

Nota

Lee el manual antes de llamar al servicio de atención al cliente. Antes de llamar, ten a mano la siguiente información:

1. Número de serie (p. ej., FT01234)
2. Modelo del transductor (p. ej., Nano17, Gamma, Theta, etc.)
3. Calibración (p. ej., US-15-50, SI-65-6, etc.)
4. Descripción precisa y completa de la pregunta o el problema
5. Información sobre el ordenador y el software. Sistema operativo, tipo de PC, controladores, software de aplicación y otra información relevante sobre la configuración.

Si es posible, manténgase cerca del sistema F/T cuando llame.

Para obtener información adicional o asistencia, consulte los siguientes contactos:

Ventas, servicio técnico e información sobre productos ATI:

ATI Industrial Automation 1041
Goodworth Drive Apex, NC
27539 EE. UU.
www.ati-ia.com
Tel.: +1.919.772.0115
Fax: +1.919.772.8259

Ingeniería de aplicaciones
Tel.: +1 919 772 0115, Extensión 511
Fax: +1.919.772.8259
Correo electrónico: ft_support@ati-ia.com

Índice

Prólogo	2
Glosario	9
1. Seguridad	11
1.1 Explicación de las notificaciones	11
1.2 Pautas generales de seguridad	11
1.3 Precauciones de seguridad	11
2. Descripción general del producto	12
3. Instalación del transductor	13
3.1 Entorno del transductor	13
3.2 Montaje del transductor	13
3.2.1 Diseño de la placa de interfaz	13
3.2.2 Montaje del transductor con una placa adaptadora de montaje extraíble	15
3.2.3 Montaje del transductor con una placa adaptadora no extraíble	17
3.3 Tendido del cable del transductor	18
4. Temas de funcionamiento	20
4.1 Precisión en función de la temperatura	20
4.2 Efectos de la transformación de herramientas	20
4.3 Condiciones ambientales	21
4.4 Respuesta en frecuencia del filtro de entrada del transductor Mux	22
4.5 Saturación de la galga extensométrica del transductor	22
5. Especificaciones del transductor	23
5.1 Notas sobre la sección de especificaciones	23
5.1.1 Sitio web de ATI	23
5.1.2 Acerca de las especificaciones de calibración de CTL	23
5.1.3 Descripción del gráfico de carga compleja	23
5.2 Nano17 Titanium	24
5.2.1 Propiedades físicas del Nano17 Titanium	24
5.2.2 Especificaciones de calibración (excluye calibraciones CTL)	25
5.2.3 Especificaciones de calibración CTL	25
5.2.4 Salida analógica CTL	26
5.2.5 Valor de recuento CTL	26
5.2.6 Nano17 Titanium (carga de complejo de calibración de EE. UU.)	27
5.2.7 Nano17 Titanium (carga del complejo de calibración SI)	28
5.3 Especificaciones del Nano17 (incluye versiones IP65/IP68)	29
5.3.1 Propiedades físicas del Nano17	29
5.3.2 Propiedades físicas del Nano17 IP65/IP68	30
5.3.3 Especificaciones de calibración (excluye calibraciones CTL)	31

5.3.4	Especificaciones de calibración CTL	31
5.3.5	Salida analógica CTL	32
5.3.6	Valor de recuento CTL	32
5.3.7	Nano17 (carga compleja de calibración de EE. UU.) (incluye IP65/IP68) ¹	33
5.3.8	Nano17 (carga del complejo de calibración SI) (incluye IP65/IP68) ¹	34
5.4	Especificaciones del Nano25 (incluye versiones IP65/IP68)	35
5.4.1	Propiedades físicas del Nano25.....	35
5.4.2	Propiedades físicas del Nano25 IP65/IP68	36
5.4.3	Especificaciones de calibración (excluye calibraciones CTL).....	37
5.4.4	Especificaciones de calibración CTL	37
5.4.5	Salida analógica CTL	38
5.4.6	Valor de recuento CTL	38
5.4.7	Nano25 (carga compleja de calibración de EE. UU.) (incluye IP65/IP68) ¹	39
5.4.8	Nano25 (carga de complejo de calibración SI) (incluye IP65/IP68) ¹	40
5.5	Especificaciones del Nano43	41
5.5.1	Propiedades físicas del Nano43.....	41
5.5.2	Especificaciones de calibración (excluye calibraciones CTL).....	42
5.5.3	Especificaciones de calibración CTL	42
5.5.4	Salida analógica CTL	43
5.5.5	Valor de recuento CTL	43
5.5.6	Nano43 (carga del complejo de calibración de EE. UU.).....	44
5.5.7	Nano43 (carga del complejo de calibración SI).....	45
5.6	Especificaciones del Mini27 Titanium	46
5.6.1	Propiedades físicas del Mini27 Titanium	46
5.6.2	Especificaciones de calibración (excluye calibraciones CTL).....	47
5.6.3	Especificaciones de calibración CTL	47
5.6.4	Salida analógica CTL	48
5.6.5	Valor de recuento CTL	48
5.6.6	Mini27 Titanium (carga de complejo de calibración de EE. UU.).....	49
5.6.7	Mini27 Titanium (carga de complejos de calibración SI).....	50
5.7	Especificaciones del Mini40 (incluye versiones IP65/IP68)	51
5.7.1	Propiedades físicas del Mini40.....	51
5.7.2	Propiedades físicas del Mini40 IP65/IP68	52
5.7.3	Especificaciones de calibración (excluye calibraciones CTL).....	53
5.7.4	Especificaciones de calibración CTL	54
5.7.5	Salida analógica CTL	54
5.7.6	Valor de recuento del CTL	54
5.7.7	Mini40 (carga compleja de calibración de EE. UU.) (incluye IP65/IP68) ¹	55
5.7.8	Mini40 (calibración SI de carga compleja) (incluye IP65/IP68) ¹	56
5.8	Especificaciones del Mini43LP	57

5.8.1	Propiedades físicas del Mini43LP	57
5.8.2	Especificaciones de calibración	57
5.8.3	Salida analógica CTL	58
5.8.4	Valor de recuento CTL	58
5.8.5	Mini43LP (carga compleja de calibración de EE. UU.).....	59
5.8.6	Mini43LP (carga compleja de calibración SI).....	60
5.9	Especificaciones del Mini45 Titanium	61
5.9.1	Propiedades físicas del Mini45 Titanium	61
5.9.2	Especificaciones de calibración (excluye calibraciones CTL).....	62
5.9.3	Especificaciones de calibración CTL	62
5.9.4	Salida analógica CTL	63
5.9.5	Valor de recuento del CTL	63
5.9.6	Mini45 Titanium (carga de complejo de calibración de EE. UU.).....	64
5.9.7	Mini45 Titanium (carga de complejo de calibración SI).....	65
5.10	Especificaciones del Mini45 (incluye versiones IP65/IP68)	66
5.10.1	Propiedades físicas del Mini45	66
5.10.2	Propiedades físicas del Mini45 IP65/IP68	67
5.10.3	Especificaciones de calibración (excluye calibraciones CTL).....	68
5.10.4	Especificaciones de calibración CTL	68
5.10.5	Salida analógica CTL	69
5.10.6	Valor de recuento CTL	69
5.10.7	Mini45 (carga compleja de calibración estadounidense) (incluye IP65/IP68) ¹	70
5.10.8	Mini45 (calibración SI con carga compleja) (incluye IP65/IP68) ¹	71
5.11	Especificaciones del Mini58 (incluye versiones IP60/IP65/IP68)	72
5.11.1	Propiedades físicas del Mini58	72
5.11.2	Propiedades físicas del Mini58 IP60.....	73
5.11.3	Mini58 IP65/IP68 Propiedades físicas	73
5.11.4	Especificaciones de calibración (excluye calibraciones CTL).....	74
5.11.5	Especificaciones de calibración CTL	75
5.11.6	Salida analógica CTL	75
5.11.7	Valor de recuento del CTL	76
5.11.8	Factor de transformación de la herramienta	76
5.11.9	Mini58 (carga compleja de calibración de EE. UU.) (incluye IP60/IP65/IP68) ¹	77
5.11.10	Mini58 (calibración SI de carga compleja) (incluye IP60/IP65/IP68) ¹	78
5.12	Especificaciones del Mini85	79
5.12.1	Propiedades físicas del Mini85	79
5.12.2	Especificaciones de calibración (excluidas las calibraciones CTL).....	80
5.12.3	Especificaciones de calibración CTL	80
5.12.4	Salida analógica CTL	81

5.12.5	Valor de recuento CTL	82
5.12.6	Factor de transformación de la herramienta	82
5.12.7	Mini85 (carga compleja de calibración de EE. UU.) (incluye IP60)	83
5.12.8	Mini85 (carga compleja de calibración SI) (incluye IP60)	84
5.13	Especificaciones de Gamma (incluye versiones IP60/IP65/IP68)	85
5.13.1	Propiedades físicas de Gamma	85
5.13.2	Propiedades físicas de Gamma IP60	86
5.13.3	Gamma IP65 Propiedades físicas	86
5.13.4	Propiedades físicas de Gamma IP68	87
5.13.5	Especificaciones de calibración (excluye calibraciones CTL)	88
5.13.6	Especificaciones de calibración CTL	88
5.13.7	Salida analógica CTL	89
5.13.8	Valor de recuento CTL	90
5.13.9	Factor de transformación de la herramienta	90
5.13.10	Gamma (carga compleja de calibración estadounidense) (Incluye IP60/IP65/IP68) ¹	91
5.13.11	Gamma (carga compleja de calibración SI) (Incluye IP60/IP65/IP68) ¹	92
5.14	Especificaciones Delta (incluye versiones IP60/IP65/IP68)	93
5.14.1	Propiedades físicas de Delta	93
5.14.2	Propiedades físicas de Delta IP60	94
5.14.3	Propiedades físicas de Delta IP65	94
5.14.4	Propiedades físicas de Delta IP68	95
5.14.5	Especificaciones de calibración (excluye calibraciones CTL)	96
5.14.6	Especificaciones de calibración CTL	96
5.14.7	Salida analógica CTL	97
5.14.8	Valor de recuento del CTL	97
5.14.9	Delta (carga compleja de calibración de EE. UU.) (incluye IP60/IP65/IP68) ¹	98
5.14.10	Delta (carga compleja de calibración SI) (incluye IP60/IP65/IP68) ¹	99
5.15	Especificaciones de Theta (incluye las versiones IP60/IP65/IP68)	100
5.15.1	Propiedades físicas de Theta	100
5.15.2	Propiedades físicas de Theta IP60	101
5.15.3	Propiedades físicas de Theta IP65/IP68	101
5.15.4	Especificaciones de calibración (excluye calibraciones CTL)	103
5.15.5	Especificaciones de calibración CTL	103
5.15.6	Salida analógica CTL	104
5.15.7	Valor de recuento del CTL	104
5.15.8	Factor de transformación de la herramienta	104
5.15.9	Theta (carga compleja de calibración de EE. UU.) (incluye IP60/IP65/IP68) ¹	105
5.15.10	Theta (carga compleja de calibración SI) (incluye IP60/IP65/IP68) ¹	106

5.16	Especificaciones del Omega85 (incluye versiones IP60/IP65/IP68)	107
5.16.1	Propiedades físicas del Omega85	107
5.16.2	Propiedades físicas del Omega85 IP65/IP68	108
5.16.3	Especificaciones de calibración (excluye calibraciones CTL)	109
5.16.4	Omega85 (carga de complejos de calibración de EE. UU.) (incluye IP65/IP68) ¹	110
5.17	Especificaciones del Omega160 (incluye versiones IP60/IP65/IP68)	111
5.17.1	Propiedades físicas del Omega160	111
5.17.2	Propiedades físicas del Omega160 IP160 (incluye ECAT)	112
5.17.3	Omega160 IP65/IP68 Propiedades físicas	112
5.17.4	Especificaciones de calibración (excluye calibraciones CTL)	114
5.17.5	Especificaciones de calibración CTL	114
5.17.6	Salida analógica CTL	115
5.17.7	Valor de recuento del CTL	115
5.17.8	Factor de transformación de la herramienta	115
5.17.9	Omega160 (carga compleja de calibración estadounidense) (Incluye IP60/IP65/IP68) ¹	116
5.17.10	Omega160 (carga compleja de calibración SI) (Incluye IP60/IP65/IP68) ¹	117
5.18	Especificaciones del Omega190	118
5.18.1	Propiedades físicas del Omega190	118
5.18.2	Especificaciones de calibración (excluidas las calibraciones CTL)	119
5.18.3	Especificaciones de calibración CTL	119
5.18.4	Salida analógica CTL	120
5.18.5	Valor de recuento CTL	120
5.18.6	Omega190 (carga compleja de calibración de EE. UU.)	121
5.18.7	Omega190 (carga compleja de calibración SI)	122
5.19	Especificaciones del Omega191 (incluye versiones IP60/IP65/IP68)	123
5.19.1	Omega191: Propiedades físicas	123
5.19.2	Propiedades físicas del Omega191 IP60	124
5.19.3	Omega191 IP65/IP68 Propiedades físicas	124
5.19.4	Especificaciones de calibración (excluye calibraciones CTL)	126
5.19.5	Especificaciones de calibración CTL	126
5.19.6	Salida analógica CTL	127
5.19.7	Valor de recuento del CTL	127
5.19.8	Omega191 (carga compleja de calibración de EE. UU.) (Incluye IP60/IP65/IP68) ¹	128
5.19.9	Omega191 (calibración SI con carga compleja) (Incluye IP60/IP65/IP68) ¹	129
5.20	Especificaciones del Omega250 (Incluye IP60/IP65/IP68)	130
5.20.1	Propiedades físicas del Omega250 (incluye IP60/IP65/IP68)	130
5.20.2	Especificaciones de calibración (excluye calibraciones CTL)	131

5.20.3	Especificaciones de calibración CTL	131
5.20.4	Salida analógica CTL	132
5.20.5	Valor de recuento del CTL	132
5.20.6	Omega250 (carga compleja de calibración estadounidense) (Incluye IP60/IP65/IP68) ¹	133
5.20.7	Omega250 (carga compleja de calibración SI) (Incluye IP60/IP65/IP68) ¹	134
5.21	Especificaciones del Omega331 (Incluye IP65)	135
5.21.1	Propiedades físicas del Omega331 (incluye IP65)	135
5.21.2	Especificaciones de calibración (excluye calibraciones CTL)	136
5.21.3	Especificaciones de calibración CTL	136
5.21.4	Salida analógica CTL	137
5.21.5	Valor de recuento de CTL	137
5.21.6	Omega331 (carga del complejo de calibración de EE. UU.) (incluye IP65)	138
5.21.7	Omega331 (carga del complejo de calibración SI) (incluye IP65)	139
6.	Diagnóstico y mantenimiento	140
6.1	Reducción del ruido	140
6.1.1	Vibraciones mecánicas	140
6.1.2	Interferencias eléctricas	140
6.2	Detección de fallos (diagnóstico)	140
6.2.1	Detección de cambios en la sensibilidad	140
6.3	Mantenimiento programado	141
6.3.1	Inspección periódica	141
6.3.2	Calibración periódica	141
6.4	Nota sobre el mantenimiento del cableado del transductor	141
6.4.1	Calibraciones	141
6.4.2	Cableado y conectores	141
6.5	Resolución	141
7.	Términos y condiciones de venta	142

Glosario

Término	Definición
Precisión	Véase «Incertidumbre de medición».
Certificado de calibración	Una declaración que certifica que el equipo mide correctamente. Estas declaraciones suelen indicar que el equipo ha sido sometido a pruebas de conformidad con las normas nacionales. Las declaraciones se emiten como resultado de una calibración o recalibración.
Calibración	El acto de medir la respuesta bruta de un transductor a las cargas y crear datos que se utilizan para convertir dicha respuesta en fuerzas y pares.
Carga compuesta	Cualquier carga que no se aplique exclusivamente en un solo eje.
Sistema de coordenadas	Véase «Punto de origen»
DAQ F/T	Sistema de sensores F/T que utiliza dispositivos de adquisición de datos estándar del sector (normalmente tarjetas de ordenador) para convertir las señales del transductor en datos digitales.
DAQ	Dispositivo de adquisición de datos.
DoF	Grados de libertad. Véase «Seis grados de libertad».
Controlador F/T	Los componentes electrónicos que se conectan a los transductores multiplexores.
F/T	Fuerza y par.
Fuerza	La fuerza de empuje o tracción ejercida sobre un objeto.
FS	A escala completa
Error de fondo de escala	Una medida del error de detección. Por ejemplo, si el rango de medición calibrado de un sensor es de 100 newtons y el sensor tiene una precisión de 1 newton, ese sensor tendrá un error de fondo de escala del 1 % (1 % = 0,01 = 1 N / 100 N).
Fxy	Vector de fuerza resultante compuesto por los componentes Fx y Fy.
Histeresis	Fuente de error de medición causada por los efectos residuales de cargas aplicadas previamente.
IP60	Índice de protección contra la entrada de partículas: «60» indica protección contra el polvo
IP65	Índice de protección contra la entrada de agua «65» indica protección contra salpicaduras de agua
IP68	El índice de protección IP «68» indica que el dispositivo es sumergible en agua dulce, en este caso, hasta una profundidad de 10 metros
MAP	Placa adaptadora de montaje. La MAP del transductor se fija a la superficie fija o al brazo del robot.
Sobrecarga máxima en un solo eje	La mayor carga en un solo eje (los demás ejes están sin carga) que el transductor puede soportar sin sufrir daños.
Incertidumbre de medición	El error máximo esperado en las mediciones, tal y como se especifica en el certificado de calibración.
Momento	Cuando algo recibe un par, decimos que se le aplica un momento.
Caja multiplexora	Una caja que alberga los componentes electrónicos del multiplexor para transductores que son demasiado pequeños para incorporar la electrónica integrada.
Mux	Abreviatura de multiplexor. Los sistemas de sensores del controlador F/T utilizan componentes electrónicos multiplexores para interactuar con las señales de los transductores.
F/T en red	Un sistema de sensores F/T que se conecta al equipo de monitorización del cliente a través de Ethernet, bus CAN o DeviceNet.
Compensación de offset	Corrección de los errores que alteran el punto cero de las lecturas de un transductor.
Sobrecarga	Condición en la que se aplica al transductor una carga superior a la que puede medir. Esto provocará saturación.
Punto de origen	El punto del transductor desde el que se miden todas las fuerzas y pares.

Término	Definición
Cuantificación	La forma en que la señal del transductor, que varía de forma continua, se convierte en valores digitales discretos. Se utiliza habitualmente para describir el cambio de un valor digital al siguiente.
Recalibración	Verificación periódica de los equipos de medición, como transductores, calibres y voltímetros, para comprobar que siguen midiendo correctamente. El equipo puede ajustarse si no mide correctamente.
Par de reacción	Par aplicado que no da lugar a ningún movimiento. Piensa en el giro que intentas dar a un tornillo o perno cuando este no se mueve. Los transductores ATI detectan el par de reacción.
Resolución	El cambio más pequeño en la carga que se puede medir. Suele ser mucho menor que la precisión.
Par rotacional	Par que provoca el movimiento de algo. Por lo general, se refiere al par que actúa sobre elementos como los ejes de transmisión. Los transductores ATI no pueden detectar el par de rotación.
Saturación	Condición en la que el transductor o los dispositivos de adquisición de datos reciben una carga o señal fuera de su rango de detección.
Sistema de sensores	Conjunto completo formado por las piezas que van desde el transductor hasta la tarjeta de adquisición de datos.
Seis grados de libertad	Fx, Fy, Fz, Tx, Ty y Tz.
Sensor de fuerza/par de seis ejes	Dispositivo que mide las fuerzas y los pares de salida en las tres coordenadas cartesianas (x, y y z). Un transductor de fuerza/par de seis ejes también se conoce como transductor de fuerza/par multieje, célula de carga multieje, sensor F/T o célula de carga de seis ejes.
Compensación de intervalo	Corrección de los errores que afectan a la sensibilidad de un transductor.
TAP	Placa adaptadora de herramienta. La parte TAP del transductor se acopla a la carga que se va a medir.
Transformación de herramientas	Modificación matemática del sistema de coordenadas de medición mediante la traslación del origen y/o la rotación de los ejes.
Par	Medida de la fuerza ejercida sobre un objeto que provoca su rotación.
Transductor	Componente que convierte la carga detectada en señales eléctricas.
Txy	Vector de par resultante compuesto por los componentes Tx y Ty.

1. Seguridad

La sección de seguridad describe las directrices generales de seguridad que deben seguirse con este producto, explicaciones de las indicaciones que figuran en este manual y las precauciones de seguridad aplicables al producto. No existe ningún riesgo para la seguridad del personal asociado al diseño previsto de los productos descritos en este manual. Las indicaciones específicas del producto se incluyen en las secciones correspondientes de este manual (cuando proceda).

1.1 Explicación de las notificaciones

Estas notificaciones se utilizan en todos los manuales de ATI y no son específicas de este producto. El usuario debe prestar atención a todas las notificaciones del fabricante del robot y/o de los fabricantes de otros componentes utilizados en la instalación.



PELIGRO: Aviso de información o instrucciones cuyo incumplimiento provocará la muerte o lesiones graves. El aviso proporciona información sobre la naturaleza de la situación de peligro, las consecuencias de no evitar el peligro y el método para evitar la situación.



ADVERTENCIA: Notificación de información o instrucciones que, de no seguirse, podrían provocar la muerte o lesiones graves. La notificación proporciona información sobre la naturaleza de la situación peligrosa, las consecuencias de no evitar el peligro y el método para evitar la situación.



PRECAUCIÓN: Aviso que indica información o instrucciones cuyo incumplimiento podría provocar lesiones moderadas o causar daños al equipo. El aviso proporciona información sobre la naturaleza de la situación de peligro, las consecuencias de no evitar el peligro y el método para evitar la situación.

AVISO: Notificación de información o instrucciones específicas sobre el mantenimiento, el funcionamiento, la instalación o la configuración del producto que, de no seguirse, podrían provocar daños en el equipo. La notificación puede hacer hincapié, entre otros aspectos, en: tipos específicos de grasa, mejores prácticas de funcionamiento y consejos de mantenimiento.

1.2 Pautas generales de seguridad

El cliente debe comprobar que el transductor seleccionado esté homologado para soportar las cargas y momentos máximos previstos durante el funcionamiento. Para obtener esta información, consulte [la sección 5 — Especificaciones del transductor](#) — o póngase en contacto con un representante de ATI para recibir asistencia. Se debe prestar especial atención a las cargas dinámicas provocadas por la . Estas fuerzas pueden ser muchas veces superiores al valor de las fuerzas estáticas en situaciones de alta aceleración o desaceleración.

1.3 Precauciones de seguridad



PRECAUCIÓN: No retire ningún elemento de fijación ni desmonte los transductores que no cuenten con una placa adaptadora de montaje desmontable. Entre ellos se incluyen los transductores Nano, Mini, con clasificación IP y algunos transductores Omega. Esto causará daños irreparables al transductor y anulará la garantía. Deje todos los elementos de fijación en su sitio y no desmonte el transductor.



PRECAUCIÓN: No introduzca sondas en ninguna abertura del transductor. Esto dañará el equipo.



PRECAUCIÓN: No ejerza una fuerza excesiva sobre el transductor. El transductor es un instrumento sensible y puede dañarse si se le aplica una fuerza que supere los valores de sobrecarga uniaxial del transductor, lo que provocaría daños irreparables. Los transductores Nano y Mini de pequeño tamaño pueden sobrecargarse fácilmente durante la instalación. Para conocer los valores específicos de sobrecarga de los transductores, consulte [la Sección 5: Especificaciones de los transductores](#).

2. Descripción general del producto

Un transductor es un dispositivo que mide las fuerzas y los pares de salida en las tres coordenadas cartesianas (x, y y z). Un transductor de fuerza/par de seis ejes también se conoce como transductor de fuerza/par multieje, célula de carga multieje, sensor F/T o célula de carga de seis ejes.

Los sensores de fuerza/par se utilizan en toda la industria para pruebas de productos, montaje robótico, rectificado y pulido. En el ámbito de la investigación, los sensores ATI se utilizan en cirugía robótica, háptica, rehabilitación, neurología y muchas otras aplicaciones.

El sistema de sensores de fuerza/par (F/T) multieje de ATI mide los seis componentes de la fuerza y el par. El sistema consta de:

- Transductor
- Cable blindado de alta flexibilidad
- Sistema inteligente de adquisición de datos

Este manual de la sección de transductores describe la instalación general, las especificaciones, los datos de calibración y el mantenimiento de la línea estándar de transductores de ATI, que se enumera a continuación. Detalles relacionados con la comunicación y el funcionamiento

Las instrucciones se incluyen en documentación independiente. Consulte la biblioteca de documentación de ATI en [el sitio web](#) para encontrar el manual de instrucciones de comunicación correspondiente.

Línea de productos de transductores estándar de ATI:

- Nano17 Titanium
- Nano17 / Nano17 IP65 / Nano17 IP68
- Nano25 / Nano25 IP65 / Nano25 IP68
- Nano43
- Mini27
- Mini40 / Mini40 IP65 / Mini40 IP68
- Mini43LP
- Mini45 Titanio
- Mini45 / Mini45 IP65 / Mini45 IP68
- Mini58 / Mini58 IP60 / Mini58 IP65 / Mini58 IP68
- Mini85
- Gamma / Gamma IP60 / Gamma IP65 / Gamma IP68
- Delta / Delta IP60 / Delta IP65 / Delta IP68
- Theta / Theta IP60 / Theta IP65 / Theta IP65
- Omega85 / Omega85 IP60 / Omega85 IP65 / Omega IP68
- Omega160 / Omega160 IP60 / Omega160 IP65 / Omega160 IP68
- Omega190
- Omega191 / Omega191 IP60 / Omega191 IP65 / Omega191 IP68

3. Instalación

La instalación de un transductor estándar ATI se realiza de una de estas dos formas:

- *Instalación con placa adaptadora de montaje extraíble*
- *Instalación con placa adaptadora no desmontable*

En la *tabla 3.1* se describe el método de instalación adecuado para cada transductor estándar.

Tabla 3.1: Método de instalación del transductor	
Transductor	Método de instalación Instrucciones del
Nano17 Titanium	<i>Sección 3.2: Instalación de la placa adaptadora no extraíble</i>
Nano17 / Nano17 IP65/IP68	<i>Sección 3.2: Instalación de la placa adaptadora no extraíble</i>
Nano25 / Nano25 IP65/IP68	<i>Sección 3.2: Instalación de la placa adaptadora no extraíble</i>
Nano43	<i>Sección 3.2: Instalación de la placa adaptadora no extraíble</i>
Mini27	<i>Sección 3.2: Instalación de la placa adaptadora no extraíble</i>
Mini40 / Mini40 IP65/IP68	<i>Sección 3.2: Instalación de la placa adaptadora no extraíble</i>
Mini43LP	<i>Sección 3.2: Instalación de la placa adaptadora no extraíble</i>
Mini45 Titanio	<i>Sección 3.2: Instalación de la placa adaptadora no extraíble</i>
Mini45 / Mini45 IP65/IP68	<i>Sección 3.2: Instalación de la placa adaptadora no extraíble</i>
Mini58 / Mini58 IP60/IP65/IP68	<i>Sección 3.2: Instalación de la placa adaptadora no extraíble</i>
Mini85	<i>Sección 3.2: Instalación de la placa adaptadora no extraíble</i>
Gamma	<i>Sección 3.1: Instalación de la placa adaptadora de montaje extraíble</i>
Gamma IP60/IP65/IP68	<i>Sección 3.2: Instalación de la placa adaptadora no extraíble</i>
Delta	<i>Sección 3.1: Instalación de la placa adaptadora de montaje extraíble</i>
Delta IP60/IP65/IP68	<i>Sección 3.2: Instalación de la placa adaptadora no extraíble</i>
Theta	<i>Sección 3.1: Instalación de la placa adaptadora de montaje extraíble</i>
Theta IP60/IP65/IP68	<i>Sección 3.2: Instalación de la placa adaptadora no extraíble</i>
Omega85 / Omega85 IP50/IP65/IP68	<i>Sección 3.2: Instalación de la placa adaptadora no extraíble</i>
Omega160	<i>Sección 3.1: Instalación de la placa adaptadora de montaje extraíble</i>
Omega160 IP60/IP65/IP68	<i>Sección 3.2: Instalación de la placa adaptadora no extraíble</i>
Omega190	<i>Sección 3.2: Instalación de la placa adaptadora no extraíble</i>
Omega191 / Omega191 IP60/IP65/IP68	<i>Sección 3.2: Instalación de la placa adaptadora no extraíble</i>

3.1 Instalación de la placa adaptadora de montaje extraíble



PRECAUCIÓN: No toque los componentes electrónicos internos ni los instrumentos. Esto podría dañar el transductor y anular la garantía. Cuando se retire la placa adaptadora, proteja los componentes electrónicos expuestos del polvo, los residuos, los líquidos y otros objetos extraños.



PRECAUCIÓN: No supere los valores de sobrecarga del transductor. Si los transductores más pequeños no se instalan con cuidado, se pueden producir daños irreparables al aplicar cargas pequeñas con herramientas (el brazo de momento aumenta las cargas aplicadas). Durante la instalación, utilice la aplicación de demostración para supervisar si se producen errores de saturación del medidor. Si se produce un error, deje de aplicar fuerza al transductor y espere a que el error desaparezca para continuar con la instalación. Si el error no desaparece, puede indicar una pérdida de alimentación o



PRECAUCIÓN: Los elementos de fijación no deben sobresalir del transductor más allá de la superficie de la placa adaptadora. Esto podría causar daños a los componentes electrónicos internos. Al mecanizar la placa adaptadora extraíble, asegúrese de que las cabezas de los elementos de fijación queden al ras o por debajo de la superficie de la placa adaptadora.



PRECAUCIÓN: No utilice fijaciones que superen la profundidad de interfaz del cliente especificada para el transductor. El uso de fijaciones más largas penetrará en el cuerpo del transductor y dañará los componentes electrónicos, lo que anulará la garantía. Utilice fijaciones que proporcionen la profundidad de interfaz del cliente especificada para el transductor. Consulte el plano del transductor.

AVISO: Si se necesita una placa de interfaz para el lado del robot y/o el lado de la herramienta, consulte [la Sección 3.3 — Diseño de la placa de interfaz](#) para obtener detalles sobre cómo diseñar una placa de interfaz antes de continuar con el procedimiento.

Los transductores con una placa adaptadora de montaje (MAP) extraíble tienen un patrón de pernos fijo en el lado de la herramienta del transductor y una placa adaptadora extraíble en el lado del montaje (robot u otro dispositivo). El adaptador La placa debe retirarse del transductor y mecanizarse con el patrón de pernos de montaje adecuado para el robot u otro dispositivo.

Si el dispositivo cubre los elementos de fijación de montaje utilizados para conectar el transductor, la placa adaptadora extraíble no se puede utilizar por sí sola. En tal caso, se necesita una placa de interfaz diseñada por el usuario; consulte [la sección 3.3: Diseño de la placa de interfaz](#).

1. Retire todos los elementos de fijación de la placa adaptadora de montaje y déjelos a un lado.
 2. Retire la placa adaptadora del transductor.
 3. Mecanice el patrón de pernos de montaje del robot, la placa de interfaz u otro dispositivo en la placa adaptadora extraíble.
- Asegúrese de que la disposición de los pernos y la orientación de los orificios de los pasadores alineen los ejes X e Y del transductor con los ejes X e Y del robot.

Figura 3.1: Placa adaptadora extraíble

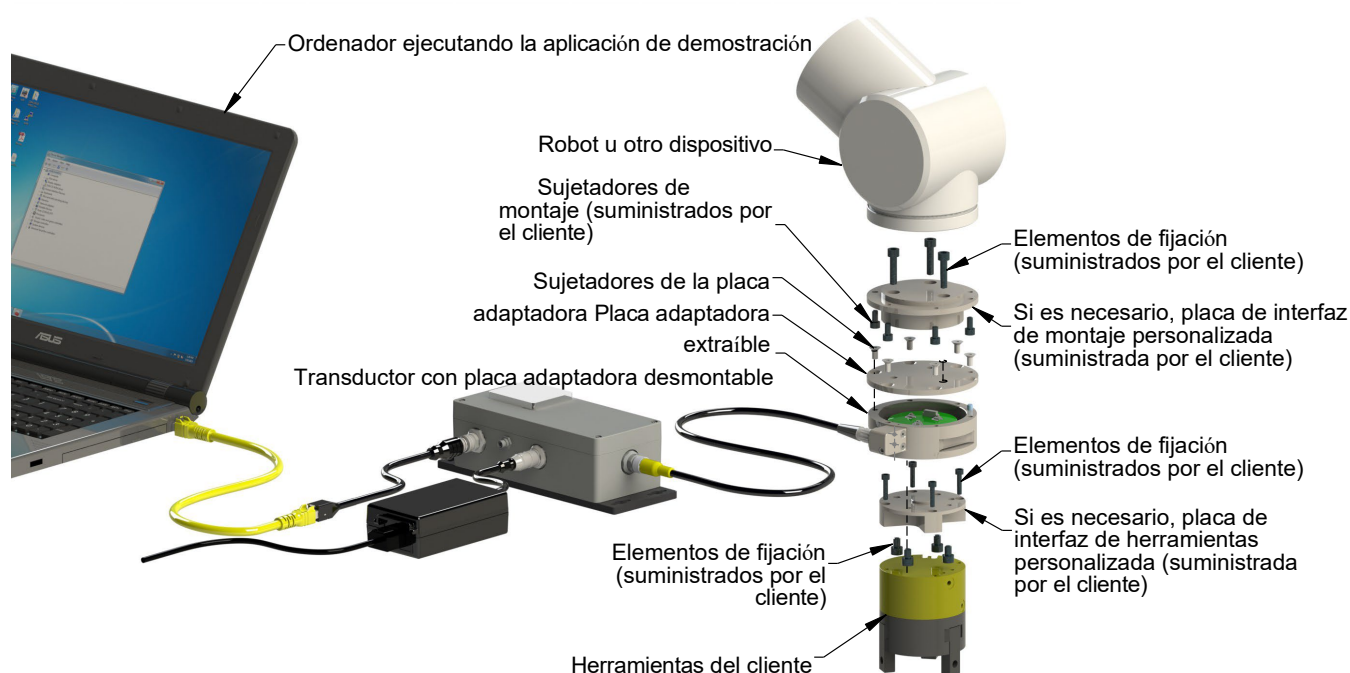


4. Monte la placa adaptadora desmontable en el robot, otro dispositivo o la placa de interfaz utilizando los elementos de fijación suministrados por el cliente.
 - Si los elementos de fijación no tienen adhesivo preaplicado, aplique Loctite 222® a los elementos de fijación.

AVISO: Asegúrese de que la placa adaptadora oriente el transductor de manera que el conector quede en la posición adecuada para tender el cableado correctamente (consulte [la sección 3.4: Tendido del cable del transductor](#)).

5. Fije el transductor a la placa adaptadora extraíble y apriete los tornillos a mano.
6. Conecte la alimentación al transductor y espere hasta que la aplicación de demostración muestre **los datos de carga** al aplicar fuerza sobre el transductor.
7. Supervise la aplicación de demostración para detectar errores de saturación del medidor. Si se muestra un error, deje de aplicar fuerza al transductor y espere hasta que el error desaparezca. A continuación, continúe con la instalación.
8. Apriete los tornillos de fijación del transductor a la placa adaptadora desmontable.

Figura 3.2: Instalación de transductores con placas adaptadoras de montaje extraíbles



AVISO: La herramienta no debe entrar en contacto con ninguna otra parte del transductor, excepto con la superficie de montaje de la herramienta. Si la herramienta entra en contacto con cualquier otra parte del transductor, no detectará correctamente las cargas. Asegúrese de que la herramienta se monte en la superficie de montaje de la herramienta y no entre en contacto con ninguna otra parte del transductor.

9. Utilice los elementos de fijación suministrados por el cliente para fijar el utillaje o la placa de interfaz del utillaje al transductor.
 - El transductor tiene un patrón de montaje en el lado de la herramienta.
 - Si los elementos de fijación no tienen adhesivo preaplicado, aplique Loctite 222.

3.2 Instalación de la placa adaptadora no extraíble

Los transductores con placas adaptadoras no extraíbles tienen patrones de pernos fijos tanto en el lado de la herramienta como en el de montaje del transductor. Dependiendo de la aplicación, puede ser necesaria una placa de interfaz diseñada por el usuario; consulte [la sección 3.3](#).



PRECAUCIÓN: No retire ningún elemento de fijación ni desmonte los transductores sin una placa adaptadora extraíble. El desmontaje causa daños irreparables al transductor y anula la garantía. Deje todos los elementos de fijación en su sitio y no desmonte el transductor.



PRECAUCIÓN: No intente taladrar, roscar, mecanizar ni modificar o desmontar de ningún otro modo el transductor. Dichas acciones podrían dañar el transductor y anularán la garantía. Utilice la disposición de pernos de montaje proporcionada para fijar el transductor al robot u otro dispositivo y para montar la herramienta en el transductor. Consulte los planos del transductor para obtener más detalles.



PRECAUCIÓN: No utilice elementos de fijación que superen la profundidad de interfaz del cliente especificada para el transductor. El uso de elementos de fijación más largos perforará el cuerpo del transductor, dañará los componentes electrónicos y anulará la garantía. Utilice elementos de fijación que proporcionen la profundidad de interfaz del cliente especificada para el transductor. Consulte el plano del transductor.

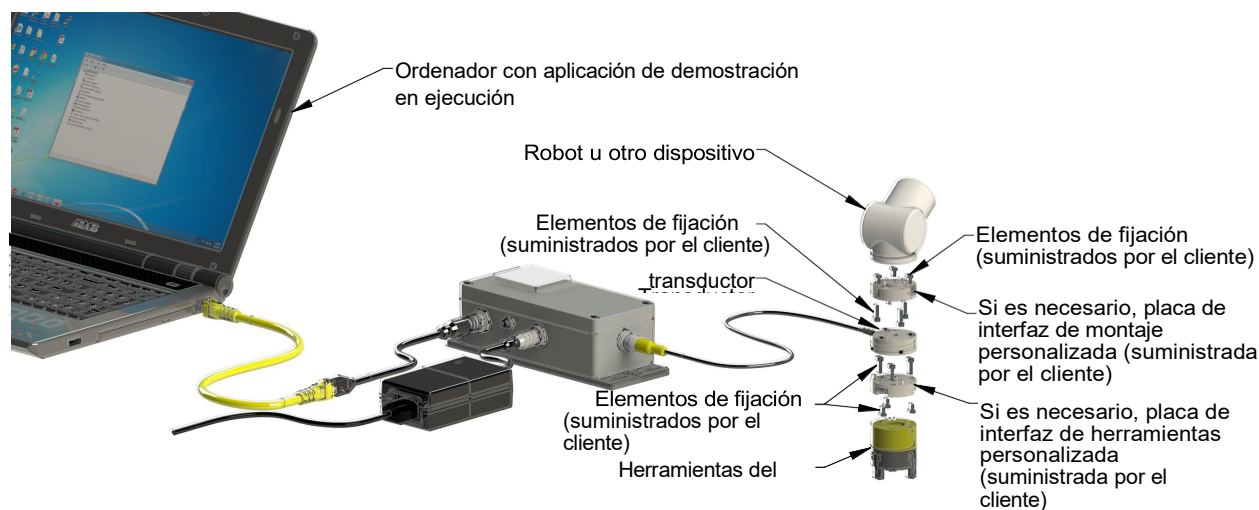


PRECAUCIÓN: No supere los valores de sobrecarga del transductor. Si los transductores más pequeños no se instalan con cuidado, se pueden producir daños irreparables al aplicar cargas pequeñas con herramientas (el brazo de momento aumenta las cargas aplicadas). Durante la instalación, utilice la aplicación de demostración para supervisar si se producen errores de saturación del medidor. Si se produce un error, deje de aplicar fuerza al transductor y espere a que el error desaparezca para continuar con la instalación. Si el error no desaparece, puede indicar una pérdida de alimentación o



PRECAUCIÓN: Durante la instalación, supervise la aplicación de demostración para detectar errores de saturación del medidor. Si se muestra un error, deje de aplicar fuerza al transductor y espere a que el error desaparezca antes de continuar con la instalación.

Figura 3.3—Instalación de transductores con placas adaptadoras no extraíbles (se muestra el sistema Net F/T)



1. Monte el transductor en la placa de interfaz diseñada por el usuario, directamente en el robot o en otro dispositivo con los elementos de fijación suministrados por el cliente.
 - Si los elementos de fijación no tienen adhesivo preaplicado, aplique Loctite 222 a los elementos de fijación.

AVISO: La herramienta no debe tocar ninguna otra parte del transductor, salvo la superficie de montaje de la herramienta. Si la herramienta toca cualquier otra parte del transductor, no detectará correctamente las cargas. Asegúrese de que la herramienta se fije a la superficie de montaje y no toque ninguna otra parte del transductor.

2. Fije el utillaje del cliente o la placa de interfaz del utillaje al transductor con los elementos de fijación suministrados por el cliente.
 - El transductor dispone de un patrón de montaje en el lado de la herramienta del transductor.
 - Si los elementos de fijación no llevan adhesivo preaplicado, aplique Loctite 222 sobre ellos.

3.3 Diseño de la placa de interfaz

AVISO: Los clientes que mecanicen sus propios patrones de interfaz deben evitar colocar todos los elementos de montaje en el centro de la placa adaptadora. Un círculo de pernos más grande proporciona lecturas más precisas, ya que induce menos flexión en la placa.

Es posible que se necesiten placas de interfaz entre el robot u otro dispositivo y el transductor, así como entre el transductor y el utillaje. Si el robot, otro dispositivo o el utillaje tapan los elementos de fijación del transductor, se requiere una placa de interfaz. ATI ofrece placas de interfaz personalizadas bajo pedido.

Existen dos tipos de placas adaptadoras de montaje (lado del robot). Para transductores pequeños como Nano, Mini, con clasificación IP y algunos Omega, la placa adaptadora de montaje viene instalada de fábrica y no debe retirarse ni mecanizarse. La placa de interfaz de montaje debe mecanizarse con el patrón de pernos y las ubicaciones de los pasadores correspondientes; consulte los planos del transductor. Los enlaces a los planos se incluyen en [la Sección 5: Especificaciones del transductor](#).

Los transductores de mayor tamaño cuentan con placas adaptadoras de montaje desmontables (consulte [la sección 3.2.2: «Montaje del transductor con una placa adaptadora de montaje desmontable»](#)). Mecanice la placa de interfaz de montaje para que coincida con la disposición de los pernos y el orificio de la clavija de la placa adaptadora de montaje desmontable.

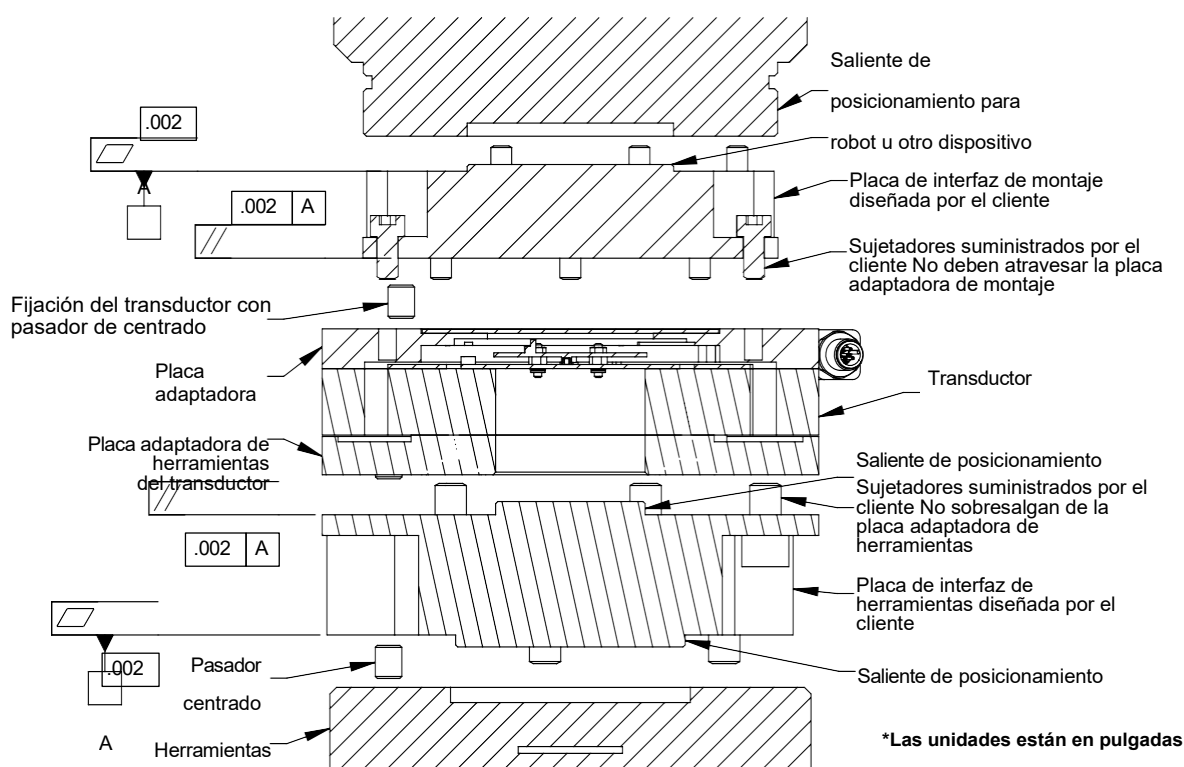
La placa adaptadora de herramientas del transductor viene instalada de fábrica y el círculo de pernos se muestra junto con el transductor en los planos; para ver los enlaces a los planos, consulte [la Sección 5: Especificaciones del transductor](#). La mayoría de los adaptadores de herramientas F/T de gran tamaño siguen el patrón de montaje ISO 9409-1. Mecanice la placa de interfaz de herramientas para fijarla a este círculo de pernos.

AVISO: La herramienta no debe entrar en contacto con ninguna otra parte del transductor, excepto con la superficie de montaje de la herramienta. Si la herramienta entra en contacto con cualquier otra parte del transductor, este no detectará correctamente las cargas. Asegúrese de que la herramienta se monte en la superficie de montaje de la herramienta y no entre en contacto con ninguna otra parte del transductor.

Si el cliente decide diseñar y fabricar una placa de montaje o una placa de interfaz para herramientas, debe tener en cuenta los siguientes puntos. Los enlaces a los planos del producto se encuentran en [la Sección 5: Especificaciones del transductor](#).

- La placa de interfaz debe diseñarse de modo que incluya orificios para pernos de montaje, pasadores de alineación y un saliente para un posicionamiento preciso en el robot u otros dispositivos y en la placa adaptadora. Estas características de posicionamiento deben orientar los ejes X e Y del transductor con respecto a los ejes X e Y del robot.
- El grosor de la placa de interfaz debe ser suficiente para garantizar el acoplamiento roscado necesario de los elementos de fijación.
- Los elementos de fijación no deben ser demasiado largos. No deben sobresalir de la placa adaptadora para evitar interferencias con los componentes electrónicos del interior del transductor. Para conocer la profundidad de la rosca, los patrones de montaje y otros detalles, consulte los planos.
- La placa de interfaz debe estar correctamente diseñada para proporcionar un montaje rígido del transductor. La placa de interfaz no debe deformarse bajo el rango máximo del sensor del transductor.
- El diseño de la placa de interfaz debe proporcionar una superficie de montaje plana y paralela para el transductor.

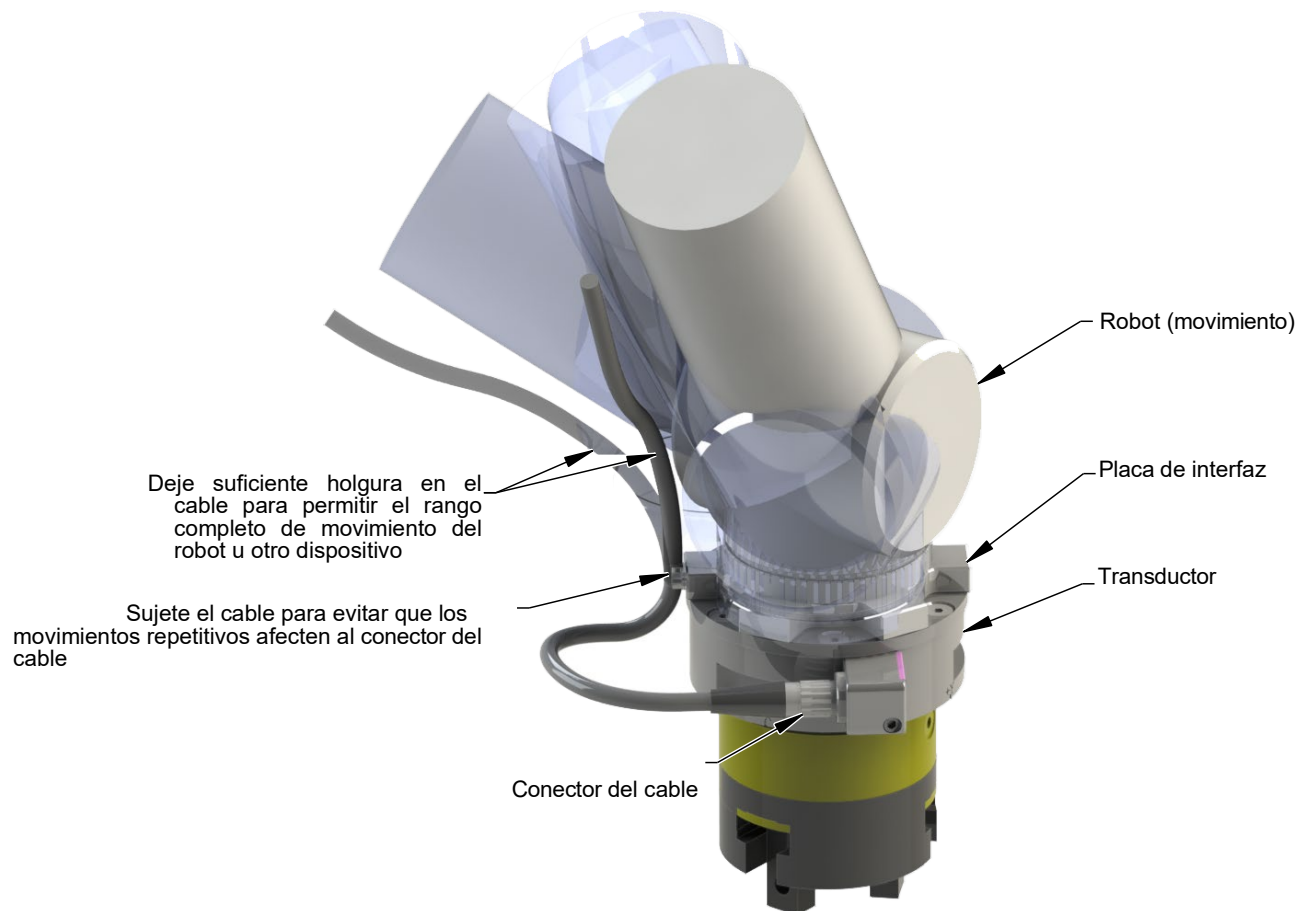
Figura 3.4 — Especificaciones de diseño de la placa de interfaz



3.4 Trazado del cable del transductor

La aplicación del transductor determina el mejor método de tendido del cable y el radio de curvatura adecuado. En algunas aplicaciones, el transductor y el cable permanecen fijos. Otras aplicaciones son dinámicas y pueden someter al transductor y al cable a movimientos repetitivos. Es importante no exponer los conectores del cable del transductor a estos movimientos repetitivos y sujetar adecuadamente el cable cerca de la conexión del transductor

Figura 3.5: Sujetar el cable del transductor cerca del conector del cable



PRECAUCIÓN: No someta el conector del cable del transductor al movimiento repetitivo del robot u otro dispositivo. Someter el conector a movimientos repetitivos causará daños en el conector. Sujete el cable cerca de el conector para evitar que el movimiento repetitivo del robot afecte al conector del cable.



PRECAUCIÓN: Al tender los cables, no doble el cable con un radio inferior al radio de curvatura mínimo especificado en la [Tabla 3.2](#). El cable fallará debido a la fatiga provocada por el movimiento repetitivo. Al tender el cable, asegúrese de que las curvas del cable sean mayores que el radio de curvatura dinámico mínimo especificado para el tipo de cable.



PRECAUCIÓN: No someta a tensión ni doble en exceso el cable del transductor, especialmente en el punto donde se une al transductor. Esto es particularmente importante en las series Nano y Mini de transductores. En el caso de estos transductores, no doble el cable a menos de 25 mm (1 pulgada) del transductor. Deben evitarse las curvas pronunciadas, ya que pueden dañar el cable y el transductor y anularán la garantía.

Figura 3.6: Radio de curvatura del transductor

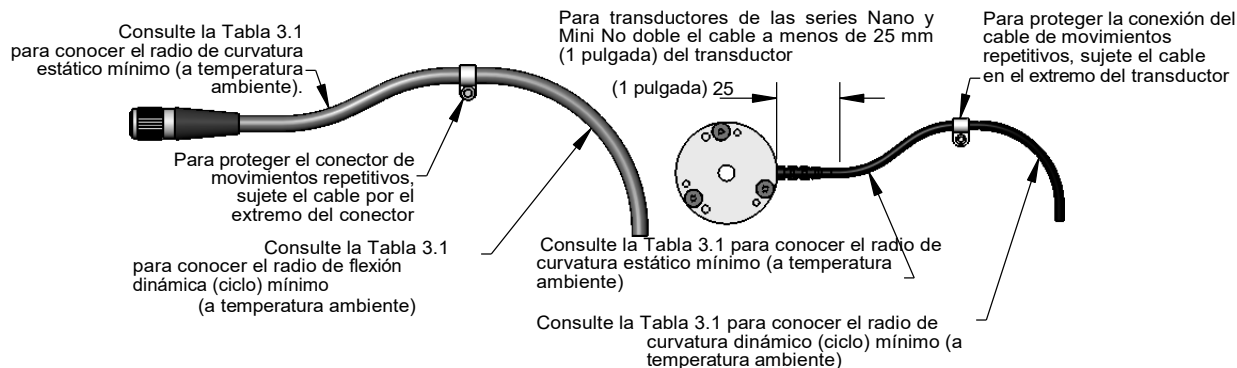


Tabla 3.2: Radio de curvatura del cable del transductor

Tipo de cable	Diámetro del cable (mm)	Radio de curvatura estático (a temperatura ambiente)		Radio de curvatura dinámico (a temperatura ambiente)	
		mm	pulgadas	mm	pulgadas
9105-TW	3,2	16	0,63	32	1,26
9105-C3	4,4	22	0,87	44	1,73
9105-CM	4,4	22	0,87	44	1,73
9105-CW	4,4	22	0,87	44	1,73
9105-CT	6,1	30,5	1,20	61	2,40
9105-C	3,2	16	0,63	32	1,26
	4,4	22	0,87	44	1,73
	6,1	30,5	1,20	61	2,40
	10,0	50	1,97	100	3,94
9105-C-MTR	8,4	42	1,65	84	3,31
9105-C-MTS	8,4	42	1,65	84	3,31
9105-CF-MTR 9105-CF-MTS	8,5	42,5	1,67	85	3,35

Nota: La temperatura afecta a la flexibilidad del cable. ATI recomienda aumentar el radio mínimo de curvatura dinámica cuando las temperaturas sean más bajas.

Tienda el cable del transductor de manera que no sufra tensiones, tirones, retorcimientos, cortes ni otros daños en todo su rango de movimiento. Consulte el manual del sistema adjunto para conocer la conexión del cable del transductor. Si la aplicación deseada provoca que el cable roce, utilice una envoltura espiral de plástico suelta para protegerlo.



PRECAUCIÓN: Tenga cuidado de no aplastar el cable apretando demasiado las bridas o pisándolo, ya que esto podría dañarlo.



PRECAUCIÓN: Los cables de los transductores Nano y Mini están fijados de forma permanente al transductor y no se pueden desconectar. No intente desmontar estos transductores, ya que esto dañará el transductor y anulará la garantía. No intente sustituir el cable. Póngase en contacto con el servicio técnico de ATI para obtener ayuda.



PRECAUCIÓN: Los cables integrados de los transductores Nano y Mini, así como los cables del tipo 9105-C-H, no deben someter la conexión del extremo del transductor a una fuerza lateral o de tracción superior a 10 lbf (45 N), ya que esto provocaría daños permanentes.



PRECAUCIÓN: Los transductores más grandes tienen cables desmontables. No intente desconectar estos cables del transductor tirando del propio cable o de la funda del conector; esto puede dañar el sistema.

4. Funcionamiento

La línea de transductores estándar de ATI es compatible con diversos tipos de comunicación. La información detallada sobre cada uno de estos métodos de comunicación se describe en documentación separada, que puede consultarse en el [sitio web de ATI](#).

4.1 Entorno del transductor

Para garantizar un funcionamiento correcto, el índice de protección IP del transductor debe ser igual o superior al del entorno en el que se utilice. A menos que se especifique lo contrario, un transductor no cuenta con protección IP especial. En tal caso, el transductor solo podrá utilizarse en entornos benignos, libres de polvo, residuos, líquidos o salpicaduras. Para obtener información sobre el comportamiento del transductor en función de la temperatura, consulte [la sección 4.2: «Precisión en función de la temperatura»](#).



PRECAUCIÓN: Los daños en el revestimiento exterior del cable del transductor podrían permitir la entrada de humedad o agua en un transductor que, de otro modo, estaría sellado. Asegúrese de que el revestimiento del cable esté en buenas condiciones para evitar daños en el transductor.

AVISO: Los transductores pueden reaccionar ante campos electromagnéticos excepcionalmente fuertes y cambiantes, como los producidos por los equipos de resonancia magnética (RM).

AVISO: Los transductores sin protección IP pueden presentar un pequeño desfase en las lecturas cuando se exponen a luz intensa.

4.2 Precisión en función de la temperatura

En la siguiente tabla se enumeran los errores de ganancia típicos introducidos por la temperatura para transductores F/T con compensación de temperatura de los elementos de fijación. Los cambios en la sensibilidad son independientes de la precisión nominal del transductor a temperatura ambiente; sume los dos valores de precisión para obtener una precisión estimada global a una temperatura determinada. Esta precisión global supone que las mediciones sin carga y con carga se tomaron a la misma temperatura. El error de deriva con la temperatura no se compensa y varía con cada transductor. Para obtener los mejores resultados, tome una lectura de referencia o ejecute la función de polarización a la temperatura actual antes de aplicar la carga de interés.

Tabla 4.1—Error introducido por la temperatura para transductores no gamma

Desviación respecto a 22 °C	Error de ganancia típico
± 5 °C	0,1 %
± 15 °C	0,5 %
± 25 °C ¹	1
± 50 °C ¹	5
Nota:	
1. La desviación está limitada por los límites operativos del transductor indicados en la sección 4.4 — Condiciones ambientales .	

Tabla 4.2: Error introducido por la temperatura en los transductores Gamma

Desviación respecto a 22 °C	Error de ganancia típico
± 5 °C	0,1 %
± 15 °C	0,5 %
± 25 °C ¹	1,5
± 50 °C ¹	7
Nota:	
1. La desviación está limitada por los límites operativos del transductor indicados en la sección 4.4 — Condiciones ambientales .	

4.3 Condiciones ambientales

El sistema F/T está diseñado para utilizarse en condiciones estándar de laboratorio o de fabricación ligera. Los transductores con clasificación IP60 son aptos para entornos con polvo; los que tienen clasificación IP65 son aptos para entornos con polvo y para el lavado con agua a presión; y los que tienen clasificación IP68 son aptos para entornos con polvo y para la inmersión en agua dulce hasta una profundidad determinada. Los transductores sin clasificación IP65 o IP68 pueden utilizarse en entornos con una humedad relativa de hasta el 95 %, sin condensación.

Tabla 4.3: Rangos de temperatura de los transductores			
Serie de modelos de transductores	Almacenamiento	Funcionamiento	Unidad
Transductor 9105-TIF	-25 a +80	0 a +60	°C
9105-TW Transductor	-25 a +80	0 a +80	
9105-TW-MINI/NANO Transductor	-40 a +100	0 a +100	
9105-T Transductor	-20 a 80	0 a +70	
Transductor 9105-TWE	-25 a 85	0 a +85	
9105-NET Transductor	0 a +85	0 a +85	
Transductor 9105-ECAT	0 a +70	0 a +70	
Nota:			
1. Estos rangos de temperatura especifican los rangos de almacenamiento y funcionamiento en los que el transductor puede funcionar sin sufrir daños. No tienen en cuenta la precisión.			

4.4 Procedimiento de calibración de la IMU

La tercera generación de transductores estándar de ATI (NETRS y ECAT3) incluye una unidad de medición inercial (IMU) integrada, que mide la aceleración triaxial y la velocidad angular.

El hardware de la IMU del sensor requiere que las desviaciones del cero para cada eje se actualicen ocasionalmente. El acelerómetro en reposo solo debe indicar la gravedad, y cualquier desviación es la desviación del cero. Del mismo modo, mientras está en reposo, el giroscopio solo debe indicar cero para la velocidad angular, en todos los ejes. Estas desviaciones del cero dependen del tiempo y tienen en cuenta las características de temperatura del hardware del sensor, así como otros efectos que varían con el tiempo. Las desviaciones del cero se pueden ajustar mediante un proceso de calibración dinámica, que está siempre activo en el sensor.

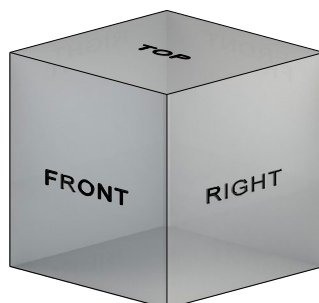
A continuación se describe el proceso de calibración de la IMU para el acelerómetro y el giroscopio.

4.4.1 Calibración dinámica del acelerómetro

A medida que el sensor se mueve en diversas orientaciones durante el funcionamiento, el acelerómetro se calibra automáticamente porque los movimientos a lo largo del eje de cada sensor están, al menos parcialmente, alineados con el vector de gravedad. Si el sensor permanece más estático durante el funcionamiento, el usuario debe realizar la siguiente calibración:

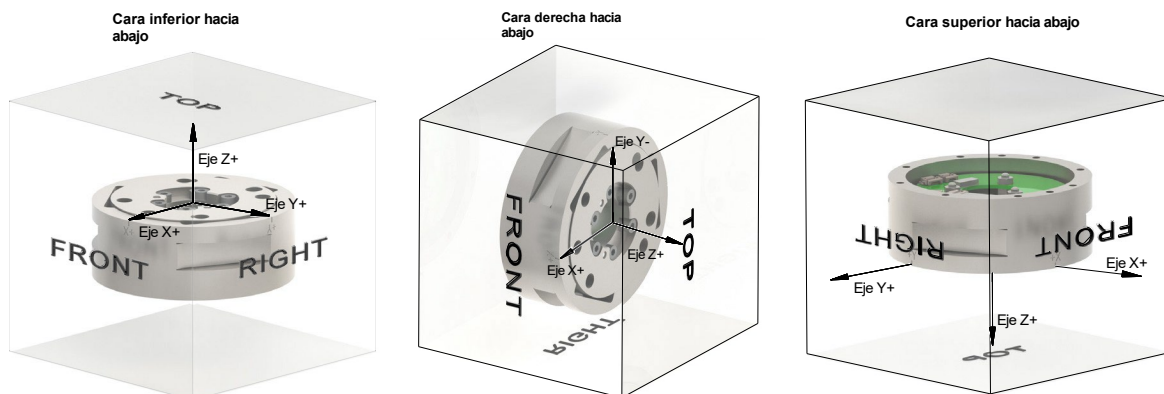
1. Imagina el sensor como un cubo estándar con seis caras: frontal, trasera, izquierda, derecha, superior e inferior.

Figura 4.1: Método del cubo



2. Oriente el sensor de modo que quede apoyado sobre una de las caras del cubo; por ejemplo: comience con el sensor colocado con la cara superior hacia arriba y la inferior hacia abajo.
3. Mantenga el dispositivo estable en esa orientación durante al menos un segundo.
4. Continúe con el resto de las caras del cubo; por ejemplo: a continuación, oriente el sensor de modo que la cara derecha del cubo quede hacia abajo.

Figura 4.2: Ejemplos de movimientos de calibración



5. Comprueba el estado de precisión:
 - a. Supervise la precisión del acelerómetro a través del código de estado. Consulte la [sección 8.3](#)
 - b. Cuando el código de estado de precisión indica un valor alto, el proceso de calibración ha finalizado.
6. Guarde la calibración en la memoria del sensor con el comando **IMU Calibrate Save**. Consulte la [Tabla 6.1](#)

AVISO: Para los movimientos de calibración, tenga en cuenta los siguientes puntos:

- No es necesario utilizar las seis caras del cubo. Si una de las orientaciones es difícil de lograr, bastan cuatro o cinco orientaciones.
- No es necesario que las orientaciones estén perfectamente alineadas con las caras del cubo. Lo importante es que el sensor se coloque en entre cuatro y seis orientaciones únicas.
- Se puede utilizar cualquier orden de las orientaciones.

4.4.2 Calibración dinámica del giroscopio

El sensor realiza automáticamente una calibración dinámica del giroscopio cada vez que se enciende y permanece inactivo durante dos o tres segundos.

Para comprobar los desplazamientos del cero, compruebe que los valores indicados sean iguales a cero cuando el sensor no esté en movimiento.

4.5 Efectos de la transformación de herramientas

Todas las especificaciones de funcionamiento del transductor se refieren únicamente al punto de origen de fábrica. Esto incluye el rango, la resolución y la precisión del transductor. Las especificaciones de funcionamiento del transductor en un punto de origen aplicado por el cliente difieren de las del punto de origen de fábrica.

4.6 Saturación de las galgas extensométricas del transductor

Las galgas extensométricas del sensor F/T están colocadas de forma óptima para compartir información entre las fuerzas y los pares aplicados al sensor. Debido a este intercambio, es posible saturar el transductor con una carga compleja que tenga componentes por debajo de la carga nominal del sensor. Sin embargo, esta disposición permite un mayor rango de detección y resolución.



PRECAUCIÓN: Cuando cualquier galga extensométrica está saturada o no funciona, **todas las lecturas F/T del transductor son inválidas**. Es de vital importancia vigilar estas condiciones.

5. Especificaciones

Todas las especificaciones del transductor y la información adicional también están disponibles en el [sitio web de ATI](#):

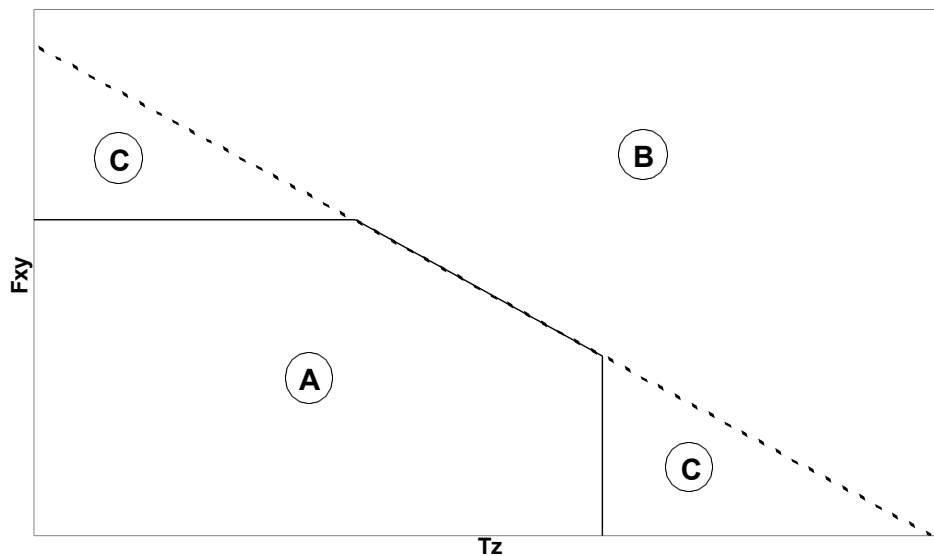
5.1 Descripción de los gráficos de carga compleja

Los gráficos de las secciones correspondientes a cada transductor pueden utilizarse para estimar el rango de un sensor bajo cargas complejas. Cada página representa un cuerpo de sensor con unidades inglesas o métricas. El gráfico superior representa combinaciones de fuerzas en las direcciones X y/o Y con pares de torsión alrededor del eje Z. El gráfico inferior representa combinaciones de fuerzas en el eje Z con pares en los ejes X y/o Y. Los gráficos contienen varias calibraciones diferentes, que se distinguen por el grosor de las líneas.

El gráfico de ejemplo que se muestra en [la Figura 5.1](#) ilustra cómo pueden variar los rangos de funcionamiento con cargas complejas. Las regiones se indican mediante las siguientes etiquetas:

- A. Región de funcionamiento normal. En esta región se puede esperar alcanzar la precisión nominal.
- B. Región de saturación. Cualquier carga en esta región indicará una condición de saturación del medidor.
- C. Región de funcionamiento ampliada. En esta región, el sensor funcionará correctamente, pero no se garantiza la precisión a fondo de escala.

Figura 5.1: Gráfico de ejemplo de carga compleja



5.2 Nano17 Titanium

Tabla 5.1: Propiedades físicas del Nano17 Titanium		
Sobrecarga uniaxial	(EE. UU.) Unidades estándar	Unidades métricas (SI)
Fxy	±35 lbf	±160 N
Fz	±70 lbf	±310 N
Txy	±8,9 inf-lb	±1 Nm
Tz	±10 inf-lb	±1,2 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	2,7×10 ⁴ lb/pulg	4,8 × 10 ⁶ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	3,8×10 ⁴ lb/pulg	6,6×10 ⁶ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	1,2×10 ³ lbf-in/rad	1,4×10 ² Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	2,0×10 ³ lbf-in/rad	2,2×10 ² Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	3000 Hz	3000 Hz
Fz, Tx, Ty	3000 Hz	3000 Hz
Especificaciones físicas		
Peso ¹	0,0223 lb	0,0101 kg
Diámetro ¹	0,669 pulgadas	17 mm
Altura ¹	0,571 pulgadas	14,5 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		

5.2.1 Especificaciones de calibración

Tabla 5.2— Calibraciones del Nano17 Titanium ^{(1),2}									
Sensor	(EE. UU.) Estándar Calibración	Fx, Fy (lbf)	Fz (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx, Fy (lbf)	Fz (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Nano17 Titanio	US-1,8-0,4	1,8	3,15	0,4	0,4	1/3400	1/2720	7/92800	1/18560
Nano17 Titanio	US-3,6-0,8	3,6	6,3	0,8	0,8	1/1700	1/1360	7/46400	1/9280
Nano17 Titanio	US-7,2-1,6	7,2	12,6	1,6	1,6	1/850	1/680	7/23200	1/4640
Sensor	(SI) Métrico Calibración	Fx, Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nmm)	Tz (Nmm)	Fx, Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nmm)	Tz (Nmm)
Nano17 Titanio	SI-8-0,05	8	14,1	50	50	1/682	1/682	3/364	5/728
Nano17 Titanio	SI-16-0,1	16	28,2	100	100	1/341	1/341	3/182	5/364
Nano17 Titanio	SI-32-0,2	32	56,4	200	200	1/171	1/171	3/92	5/184
		Rangos de detección				Resolución (DAQ, F/T neto) ³			

Notas:

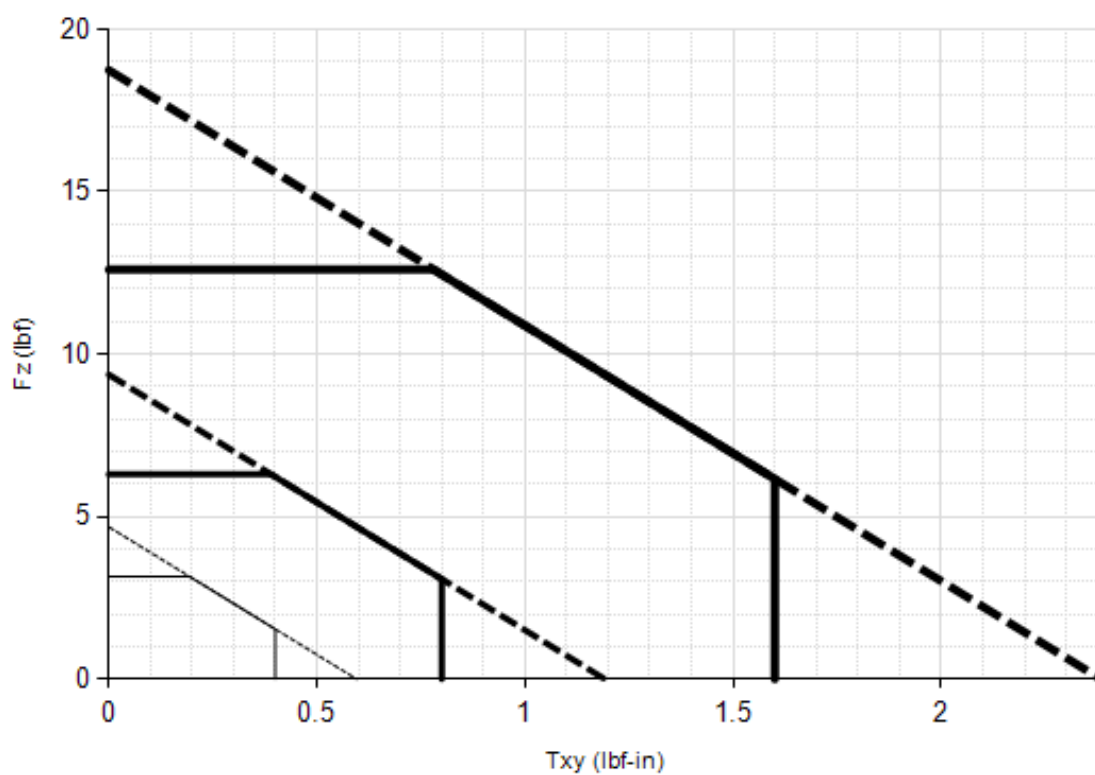
1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar ocho recuentos de ruido.
La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.

2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T realice una medición correcta.

3. Las resoluciones de adquisición de datos son las habituales en un sistema de adquisición de datos de 16 bits.

Tabla 5.3— Calibraciones del Nano17 Titanium Gen3 ^{1,2}									
Sensor	(SI) Métrico Calibración	Fx,Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nmm)	Tz (Nmm)	Fx, Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nmm)	Tz (Nmm)
Nano17 Titanio	SI-8-0,05	8	14,1	50	50	3/2000	3/2000	1/100 000	1/100 000
Nano17 Titanio	SI-16-0,1	16	28,2	100	100	3/2000	3/2000	1/100 000	1/100 000
Nano17 Titanio	SI-32-0,2	32	56,4	200	200	3/2000	3/2000	1/100 000	1/100 000
		Rangos de detección				Resolución (NETrs F/T)			
Notas:									
1. Las resoluciones del sistema aquí indicadas son la resolución efectiva tras eliminar ocho recuentos de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.									
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T mida correctamente.									

5.2.2 Nano17 Titanium (carga compleja de calibración en EE. UU.)

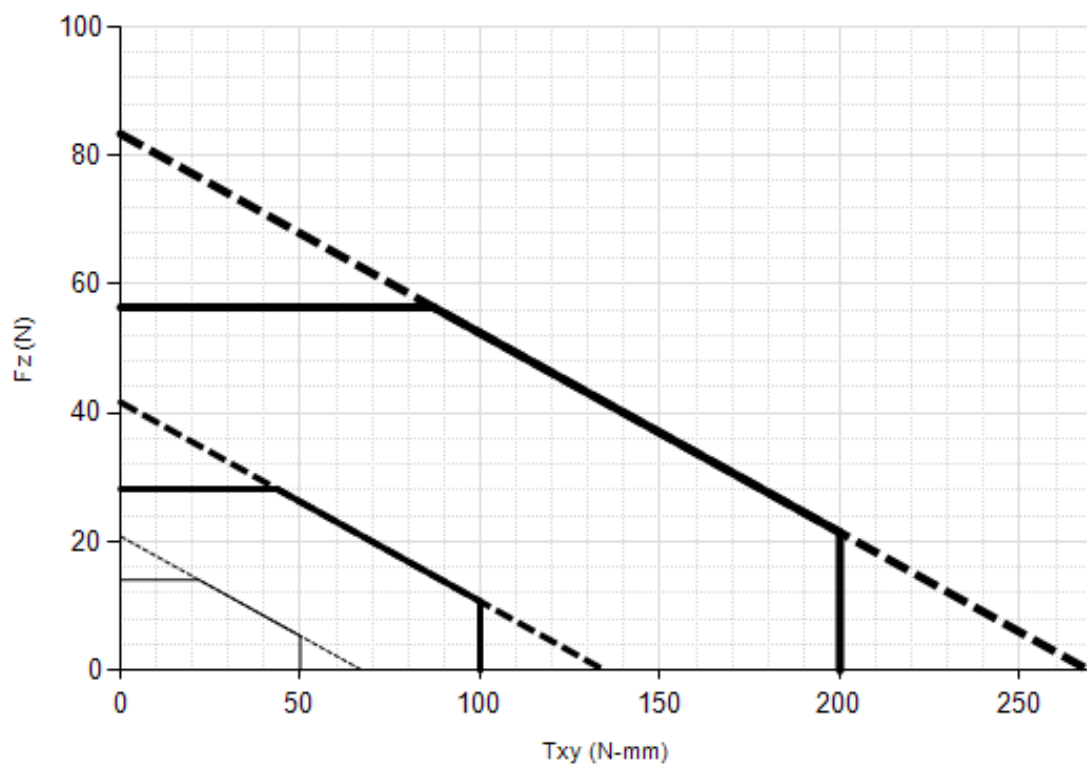
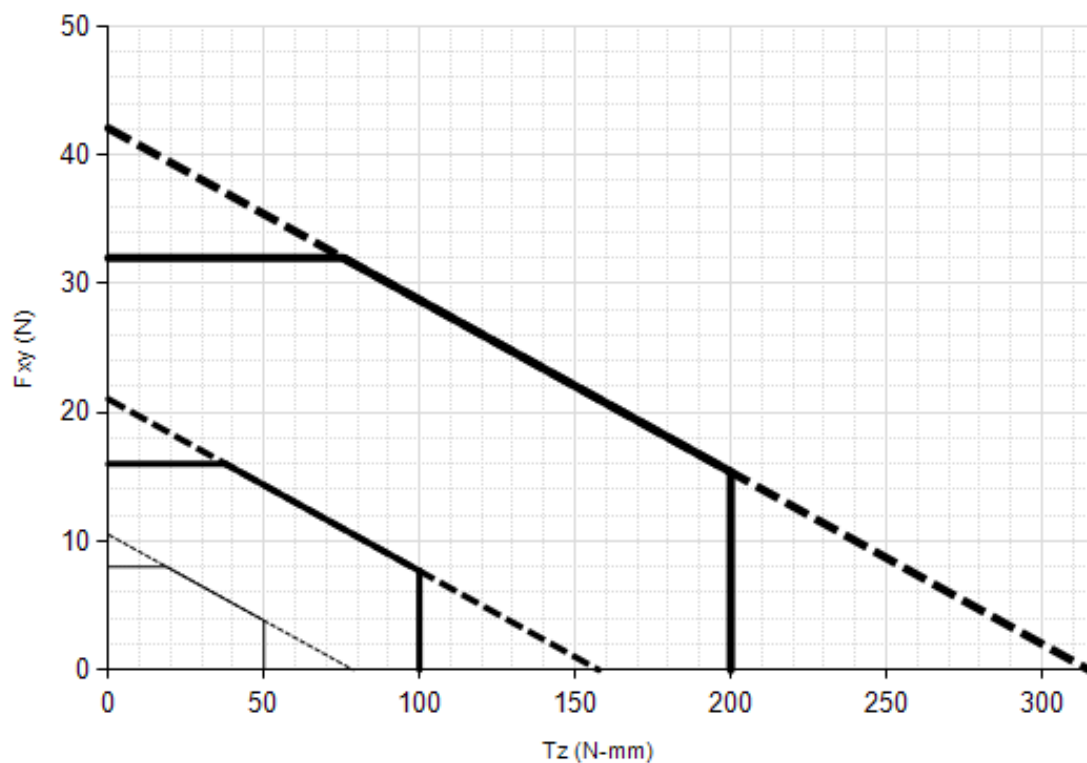


— US-1,8-0,4

— US-3,6-0,8

— US-7,2-1,6

5.2.3 Nano17 Titanium (calibración SI con carga compleja)



SI-8-0,05
 SI-16-0,1
 SI-32-0,2

5.3 Especificaciones del Nano17 (incluye las versiones IP65/IP68)

Tabla 5.4: Propiedades físicas del Nano17		
Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	Unidades métricas (SI)
Fxy	±56 lbf	±250 N
Fz	±110 lbf	±480 N
Txy	±14 inf-lb	±1,6 Nm
Tz	±16 inf-lb	±1,8 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	$4,7 \times 10^{-4}$ lb/pulg	$8,2 \times 10^{-6}$ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	$6,5 \times 10^{-4}$ lb/pulg	$1,1 \times 10^{-7}$ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	$2,1 \times 10^{-3}$ lbf-in/rad	$2,4 \times 10^{-2}$ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	$3,4 \times 10^{-3}$ lbf-in/rad	$3,8 \times 10^{-2}$ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	7200 Hz	7200 Hz
Fz, Tx, Ty	7200 Hz	7200 Hz
Especificaciones físicas		
Peso ¹	0,02 lb	0,00907 kg
Diámetro ¹	0,669 pulgadas	17 mm
Altura ¹	0,571 pulgadas	14,5 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		

Tabla 5.5—Propiedades físicas del Nano17 IP65/IP68		
Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	(SI) Unidades métricas
Fxy	±56 lbf	±250 N
Fz	±110 lbf	±480 N
Txy	±14 inf-lb	±1,6 Nm
Tz	±16 inf-lb	±1,8 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	$4,7 \times 10^{-4}$ lb/pulg	$8,2 \times 10^{-6}$ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	$6,5 \times 10^{-4}$ lb/pulg	$1,1 \times 10^{-7}$ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	$2,1 \times 10^{-3}$ lbf-in/rad	$2,4 \times 10^{-2}$ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	$3,4 \times 10^{-3}$ lbf-in/rad	$3,8 \times 10^{-2}$ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	2200 Hz	2200 Hz
Fz, Tx, Ty	2200 Hz	2200 Hz
Especificaciones físicas		
Peso ¹	0,09 lb	0,0408 kg
Diámetro ¹	0,79 pulgadas	20,1 mm
Altura ¹	0,873 pulgadas	22,2 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		

	PRECAUCIÓN: Cuando están sumergidos, los transductores IP68 presentan una disminución del rango Fz relacionada con la profundidad de inmersión. Esta pérdida es el resultado de la precarga inducida por la presión sobre el transductor. La precarga puede ser enmascarada al polarizar el transductor a la profundidad correspondiente antes de aplicar la carga que se va a medir. Las siguientes estimaciones corresponden al agua dulce a temperatura ambiente y al nivel del mar.		
		Profundidad de inmersión	
IP68 Nano17	EE. UU.	Métrico	
Precarga Fz a 4 m de profundidad	2,01 lb	8,93 N	
Precarga Fz a otras profundidades	-0,15 lb/pie × profundidad en pies	-2,23 N/m × profundidad en metros	

5.3.1 Especificaciones de calibración

Tabla 5.6— Calibraciones 1 y 2 del Nano17									
Sensor	(EE. UU.) Estándar Calibración	Fx,Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Nano17	US-3-1	3	4,25	1	1	1/1280	1/1280	1/8000	1/8000
Nano17	US-6-2	6	8,5	2	2	1/640	1/640	1/4000	1/4000
Nano17	US-12-4	12	17	4	4	1/320	1/320	1/2000	1/2000
Sensor	(SI) Métrico Calibración	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nmm)	Tz (Nmm)	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nmm)	Tz (Nmm)
Nano17	SI-12-0,12	12	17	120	120	1/320	1/320	1/64	1/64
Nano17	SI-25-0,25	25	35	250	250	1/160	1/160	1/32	1/32
Nano17	SI-50-0,5	50	70	500	500	1/80	1/80	1/16	1/16
		Rangos de detección				Resolución (DAQ, Net F/T) ⁴			

Notas:

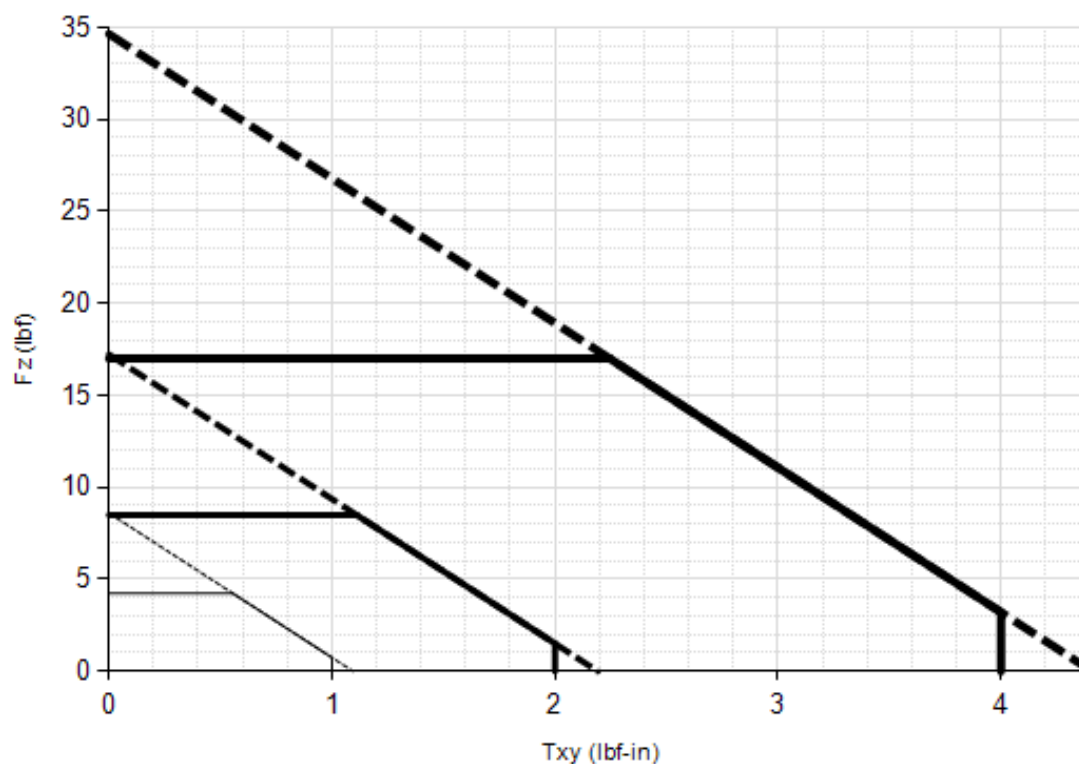
1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar ocho counts de ruido.
La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.

2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T mida correctamente.

3. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.

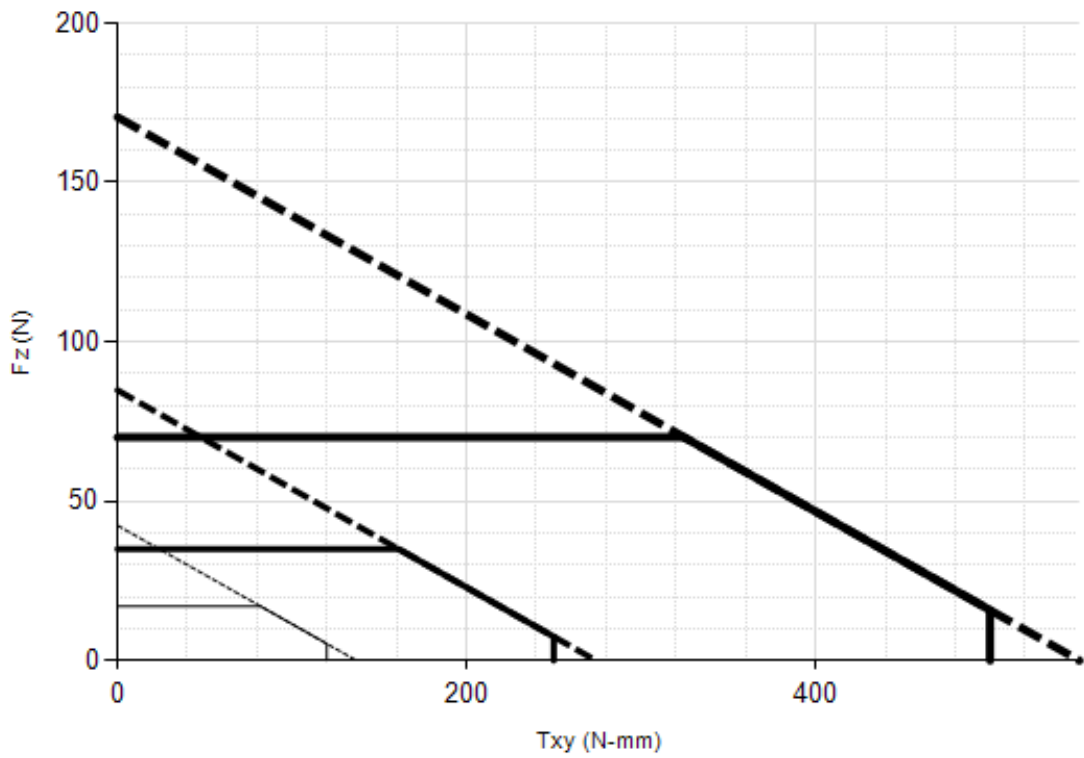
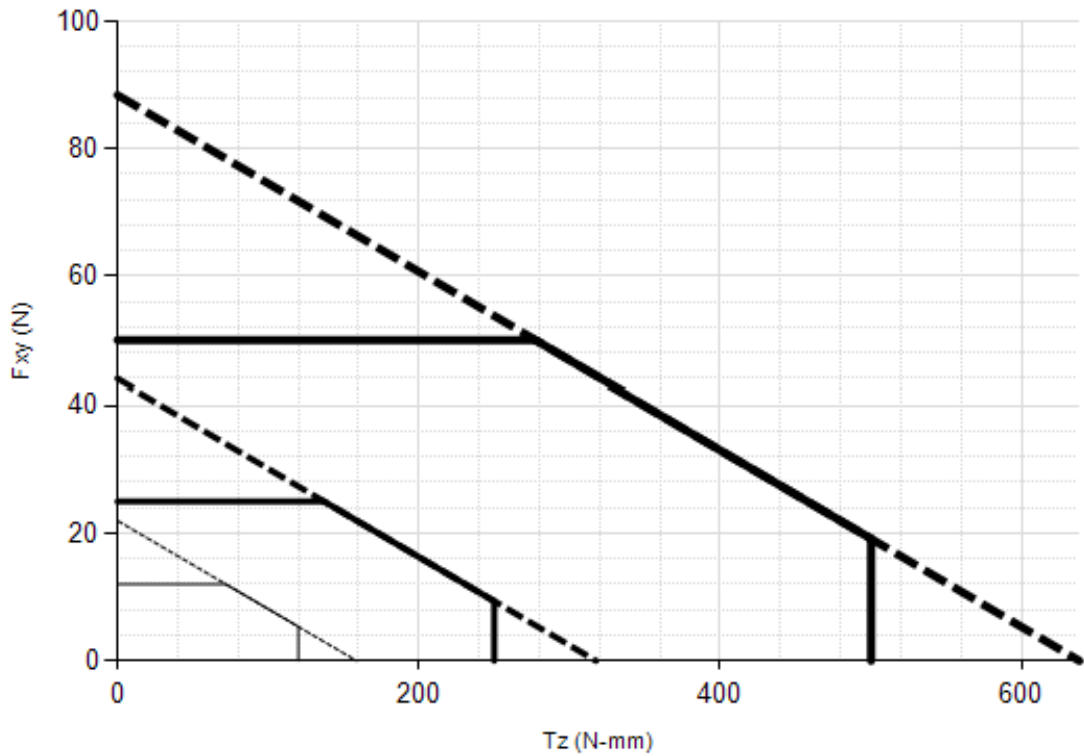
4. Las resoluciones de DAQ son típicas de un sistema de adquisición de datos de 16 bits.

Tabla 5.7— Calibraciones 1 y 2 del Nano17 Gen 3									
Sensor	(SI) Métrica Calibración	Fx,Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nmm)	Tz (Nmm)	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nmm)	Tz (Nmm)
Nano17	SI-12-0,12	12	17	120	120	31/10 000	31/10 000	1/5000	1/5000
Nano17	SI-25-0,25	25	35	250	250	31/10 000	31/10 000	1/5000	1/5000
Nano17	SI-50-0,5	50	70	500	500	31/10 000	31/10 000	1/5000	1/5000
		Rangos de detección				Resolución (NETrs F/T)			
Notas:									
1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar ocho recuentos de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.									
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T realice una medición correcta.									
3. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.									



5.3.2 Nano17 (calibración estadounidense para cargas complejas) (incluye IP65/IP68) ¹

— US-3-1 — US-6-2 — US-12-4



5.3.3 Nano17 (Carga compleja de calibración SI) (Incluye IP65/IP68) ¹

— SI-12-0,12 — SI-25-0,25 — SI-50-0,5

5.4 Especificaciones del Nano25 (incluye las versiones IP65/IP68)

Tabla 5.8: Propiedades físicas del Nano25		
Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	Unidades métricas (SI)
Fxy	±520 lbf	±2300 N
Fz	±1600 lbf	±7300 N
Txy	±380 inf-lb	±43 Nm
Tz	±560 inf-lb	±63 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	3,0×10 ⁵ lb/pulg	5,3×10 ⁷ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	6,3×10 ⁵ lb/pulg	1,1×10 ⁸ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	5,7×10 ⁴ lbf-in/rad	6,5 × 10 ³ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	8,1×10 ⁴ lbf-in/rad	9,2 × 10 ³ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	3600 Hz	3600 Hz
Fz, Tx, Ty	3800 Hz	3800 Hz
Especificaciones físicas		
Peso ¹	0,14 lb	0,0634 kg
Diámetro ¹	0,984 pulgadas	25 mm
Altura ¹	0,85 pulgadas	21,6 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		

Tabla 5.9—Propiedades físicas del Nano25 IP65/IP68		
Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	(SI) Unidades métricas
Fxy	±520 lbf	±2300 N
Fz	±1600 lbf	±7300 N
Txy	±380 inf-lb	±43 Nm
Tz	±560 inf-lb	±63 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	3,0×10 ⁵ lb/pulg.	5,3 × 10 ⁷ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	6,3 × 10 ⁵ lb/pulg	1,1×10 ⁸ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	5,7×10 ⁴ lbf-in/rad	6,5 × 10 ³ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	8,1×10 ⁴ lbf-in/rad	9,2 × 10 ³ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	3400 Hz	3400 Hz
Fz, Tx, Ty	3500 Hz	3500 Hz
Especificaciones físicas		
Peso ¹	0,3 lb	0,136 kg
Diámetro ¹	1,1 pulgadas	28 mm
Altura ¹	1,08 pulgadas	27,5 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		



PRECAUCIÓN: Cuando están sumergidos, los transductores IP68 presentan una disminución del rango Fz relacionada con la profundidad de inmersión. Esta pérdida se debe a la precarga inducida por la presión que se ejerce sobre el transductor. La precarga puede enmascarse polarizando el transductor a la profundidad antes de aplicar la carga que se va a medir. Las siguientes estimaciones corresponden a agua dulce a temperatura ambiente a nivel del mar.

Profundidad de inmersión		
IP68 Nano17	EE. UU.	Métrico
Precarga Fz a 4 m de profundidad	4,33 lb	19,3 N
Precarga Fz a otras profundidades	-0,33 lb/pie × profundidad en pies	-4,81 N/m × profundidadEnMetros

AVISO: La carcasa exterior de las versiones IP65 e IP68 del Nano25 está aislada eléctricamente del resto del sistema. Si la señal del transductor presenta ruido adicional, puede ser necesario conectar eléctricamente la carcasa del transductor a la carcasa del sistema F/T.

5.4.1 Especificaciones de calibración

Tabla 5.10— Calibraciones del Nano25 ^{1,2,4}									
Sensor	(EE. UU.) Estándar Calibración	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Nano25	US-25-25	25	100	25	25	1/224	3/224	1/160	1/320
Nano25	US-50-50	50	200	50	30	1/112	3/112	1/80	1/160
Sensor	(SI) Métrico Calibración	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Nano25	SI-125-3	125	500	3	3	1/48	1/16	1/1320	1/2640
Nano25	SI-250-6	250	1000	6	3,4	1/24	1/8	1/660	1/1320
		Rangos de detección				Resolución (DAQ, Net F/T) ⁵			

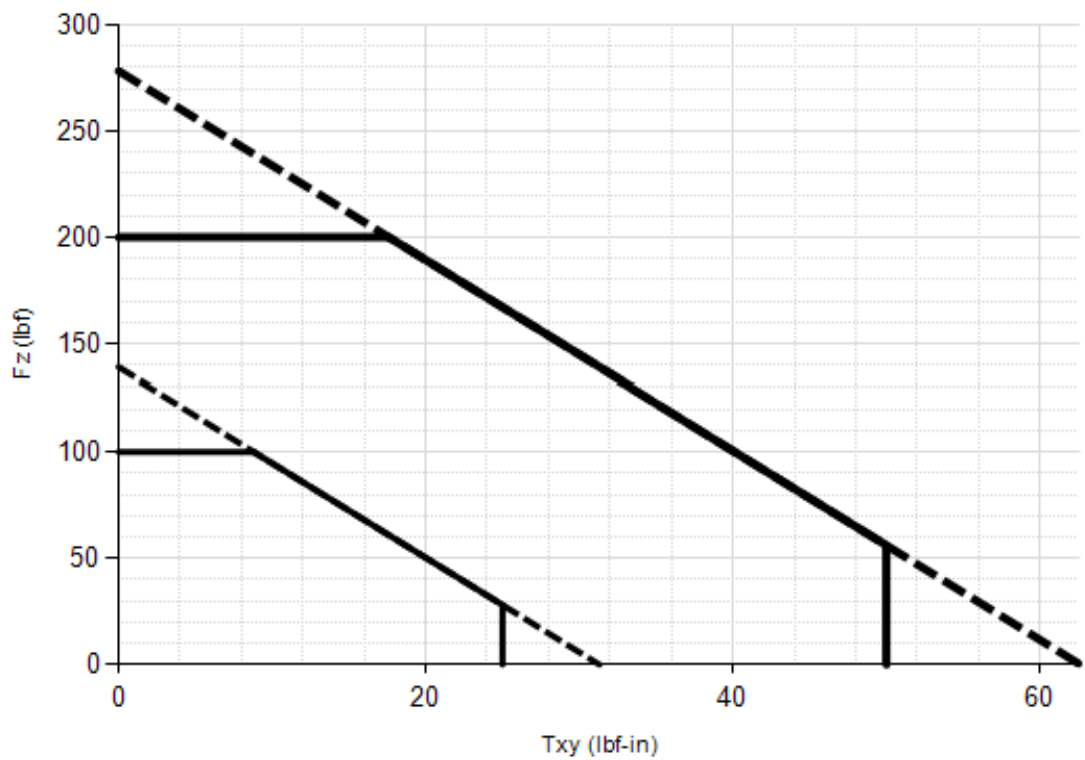
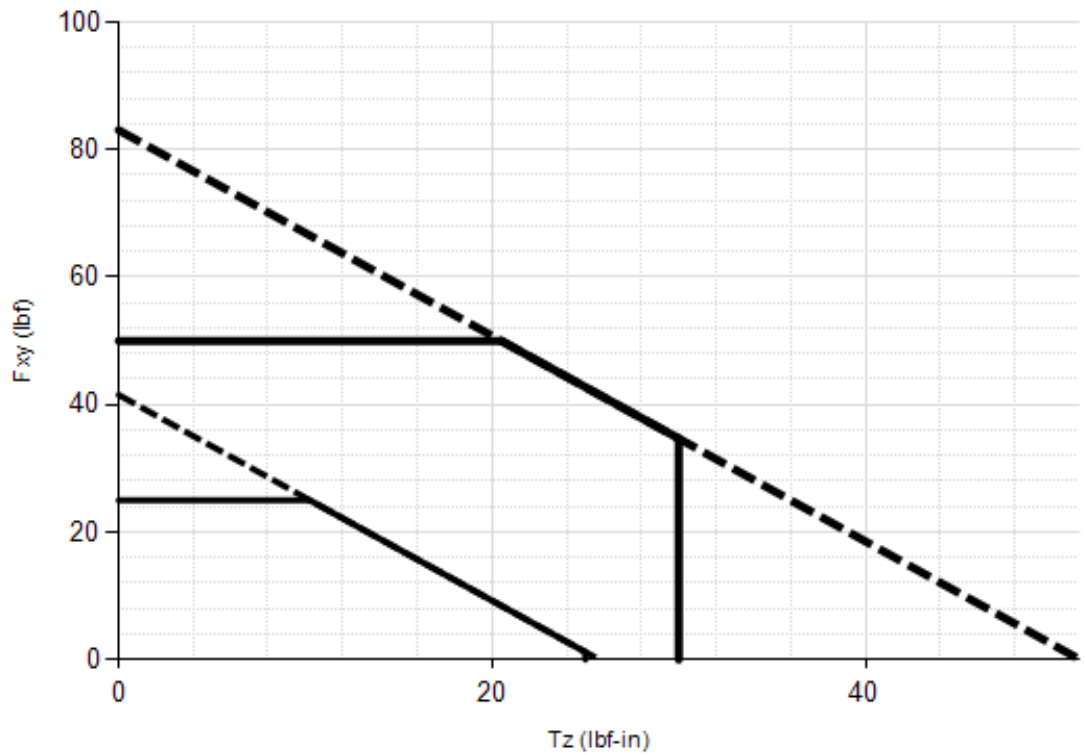
Notas:

1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar cuatro recuentos de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T realice una medición correcta.
3. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.
4. La aplicación de momentos superiores a ± 30 lbf-in ($\pm 3,4$ Nm) en Tz puede provocar histéresis y un cambio permanente del punto cero en el Nano25 (aplicable a todas las versiones del Nano25).
5. Las resoluciones de DAQ son las típicas de un sistema de adquisición de datos de 16 bits.

Tabla 5.11— Calibraciones del Nano25 Gen 3 ^{1,2,4}									
Sensor	(SI) Métrica Calibración	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Nano25	SI-62,6-1,5	62,5	250	1,5	0,85	13/1250	313/10 000	1/2500	1/5000
Nano25	SI-125-3	125	500	3	1,7	13/1250	313/10 000	1/2500	1/5000
Nano25	SI-250-6	250	1000	6	3,4	13/1250	313/10 000	1/2500	1/5000
		Rangos de detección				Resolución (NETrs F/T)			

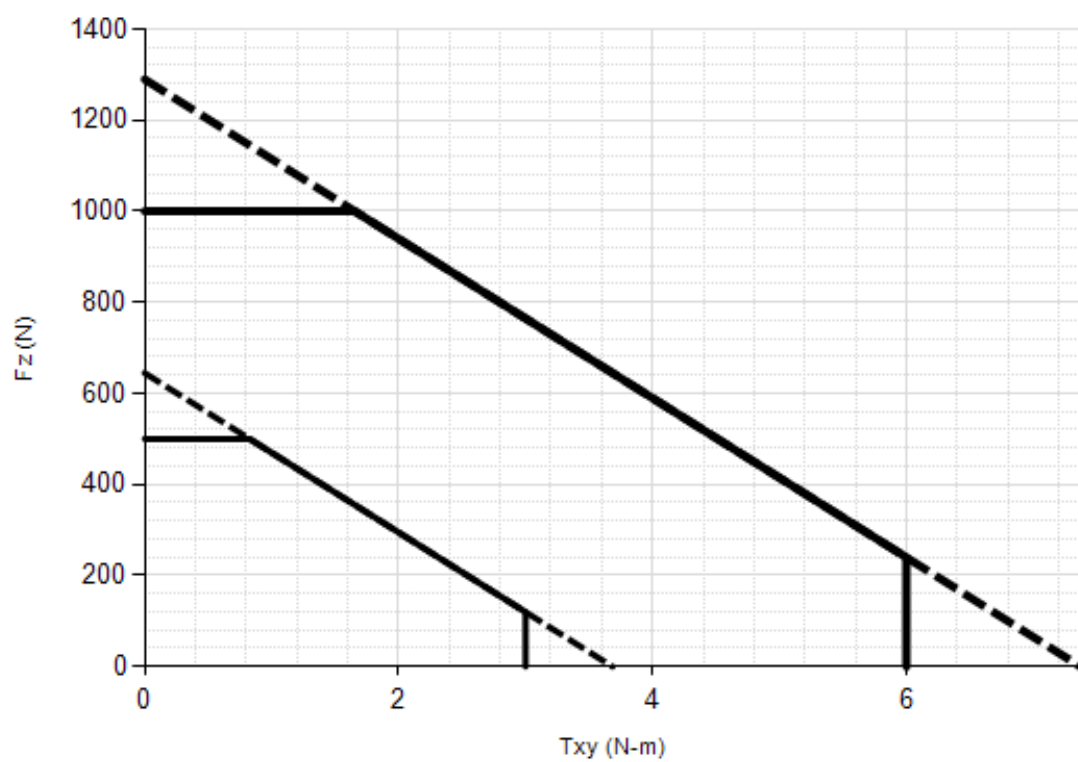
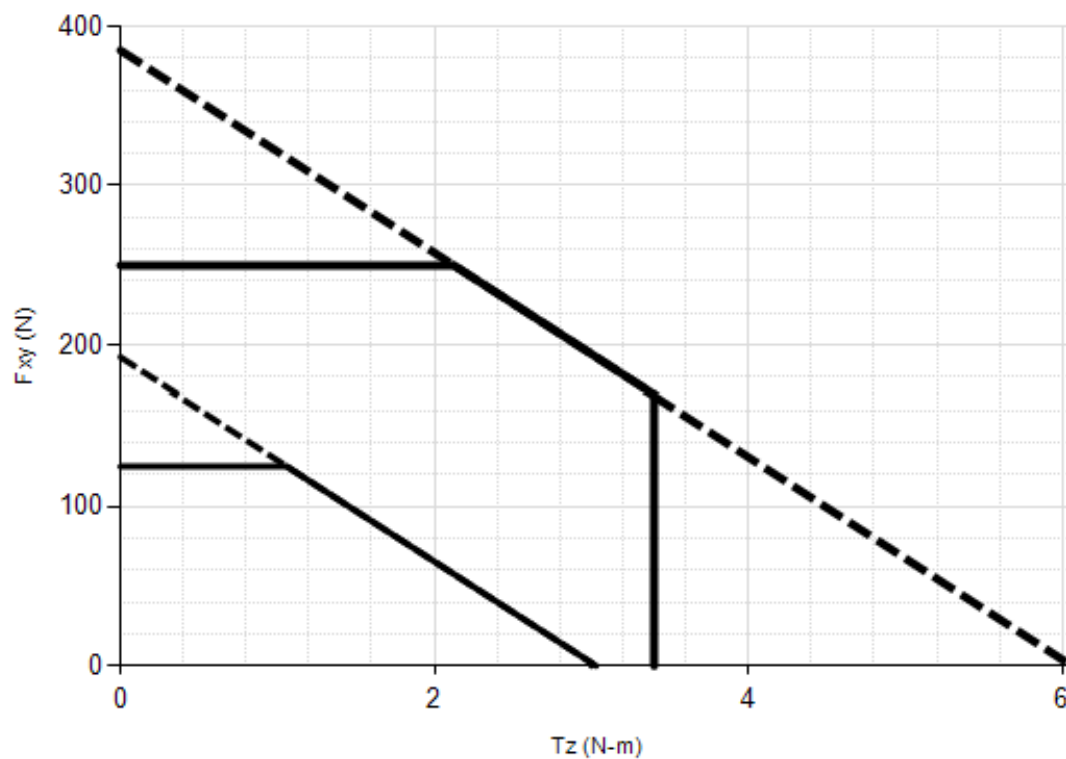
Notas:

1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar cuatro recuentos de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T mida correctamente.
3. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.
4. La aplicación de momentos superiores a ± 30 lbf-in ($\pm 3,4$ Nm) en Tz puede provocar histéresis y un cambio permanente del punto cero en el Nano25 (aplicable a todas las versiones del Nano25).
5. Las resoluciones de adquisición de datos son las típicas de un sistema de adquisición de datos de 16 bits.



5.4.2 Nano25 (calibración estadounidense con carga compleja) (incluye IP65/IP68) 1

— US-25-25 — US-50-50



5.4.3 Nano25 (carga de complejo de calibración SI) (incluye IP65/IP68) '1

— SI-125-3



— SI-250-6

5.5 Especificaciones del Nano43

Tabla 5.12: Propiedades físicas del Nano43

Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	Unidades métricas (SI)
Fxy	±68 lbf	±300 N
Fz	±86 lbf	±380 N
Txy	±29 inf-lb	±3,2 Nm
Tz	±41 inf-lb	±4,6 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	$2,9 \times 10^4$ lb/pulg	$5,2 \times 10^6$ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	$2,9 \times 10^4$ lb/pulg	$5,2 \times 10^6$ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	$6,8 \times 10^3$ lbf-in/rad	$7,7 \times 10^2$ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	$1,0 \times 10^4$ lbf-in/rad	$1,1 \times 10^3$ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	2800 Hz	2800 Hz
Fz, Tx, Ty	2300 Hz	2300 Hz
Especificaciones físicas		
Peso ¹	0,0854 lb	0,0387 kg
Diámetro ¹	1,69 pulgadas	43 mm
Altura ¹	0,454 pulgadas	11,5 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		

AVISO: El cuerpo exterior del Nano43 está aislado eléctricamente del resto del sistema. Si la señal del transductor presenta ruido adicional, puede ser necesario conectar eléctricamente el cuerpo del transductor a la carcasa del sistema F/T.

5.5.1 Especificaciones de calibración

Tabla 5.13— Calibraciones del Nano43 ^{1,2}									
Sensor	(EE. UU.) Estándar Calibración	Fx, Fy (lbf)	Fz (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx, Fy (lbf)	Fz (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Nano43	US-2-1	2	2	1	1	1/2320	1/2320	1/4640	1/4640
Nano43	US-4-2	4	4	2	2	1/1160	1/1160	1/2320	1/2320
Nano43	US-8-4	8	8	4	4	1/580	1/580	1/1160	1/1160
Sensor	(SI) Métrico Calibración	Fx, Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nmm)	Tz (Nmm)	Fx, Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nmm)	Tz (Nmm)
Nano43	SI-9-0,125	9	9	125	125	1/512	1/512	1/40	1/40
Nano43	SI-18-0,25	18	18	250	250	1/256	1/256	1/20	1/20
Nano43	SI-36-0,5	36	36	500	500	1/128	1/128	1/10	1/10
		Rangos de detección				Resolución (DAQ, Net F/T) ³			

Notas:

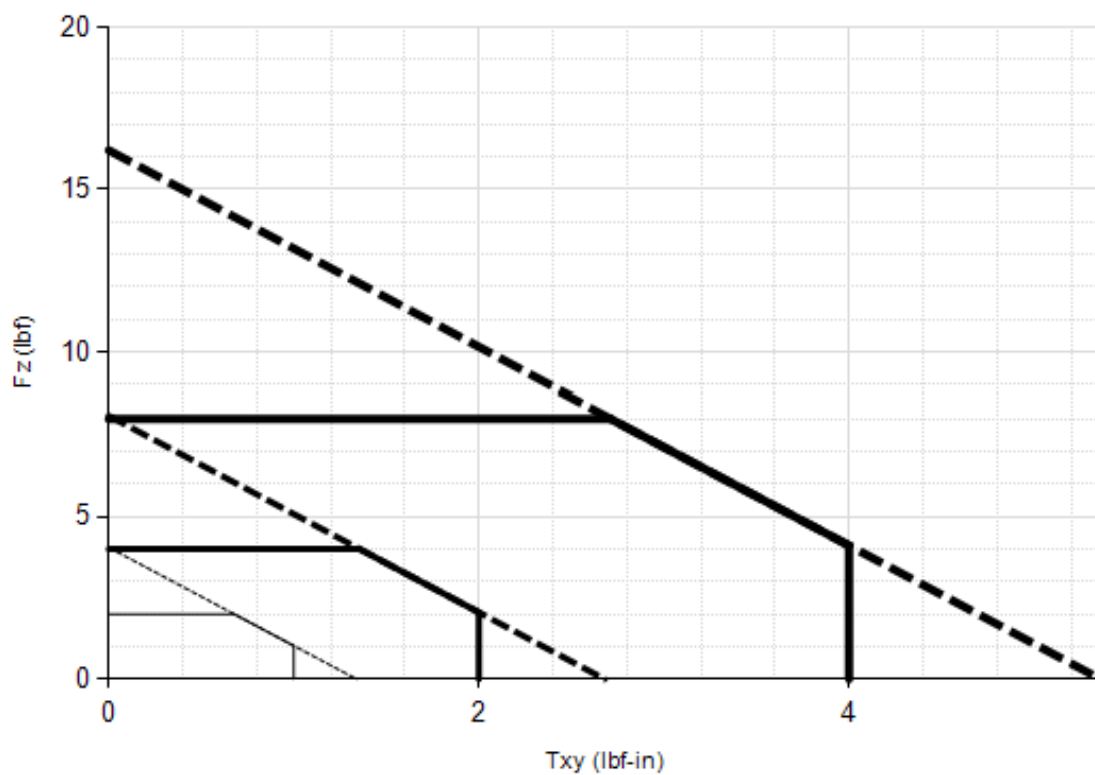
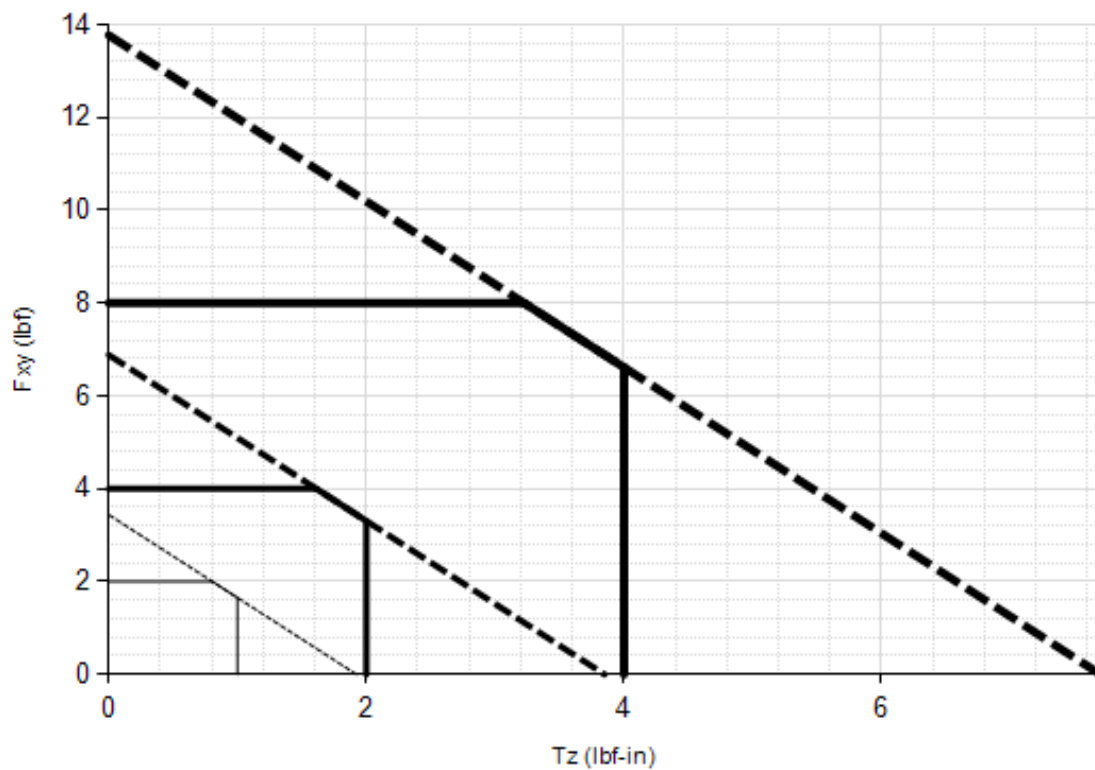
1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar ocho counts de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T mida correctamente.
3. Las resoluciones de DAQ son típicas de un sistema de adquisición de datos de 16 bits.

Tabla 5.14— Calibraciones del Nano43 Gen 3 ^{1,2}									
Sensor	(SI) Métrica Calibración	Fx,Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nmm)	Tz (Nmm)	Fx, Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nmm)	Tz (Nmm)
Nano43	SI-9-0,125	9	9	125	125	1/512	1/512	1/40	1/40
Nano43	SI-18-0,25	18	18	250	250	1/256	1/256	1/20	1/20
Nano43	SI-36-0,5	36	36	500	500	1/128	1/128	1/10	1/10
		Rangos de detección				Resolución (DAQ, Net F/T) ³			

Notas:

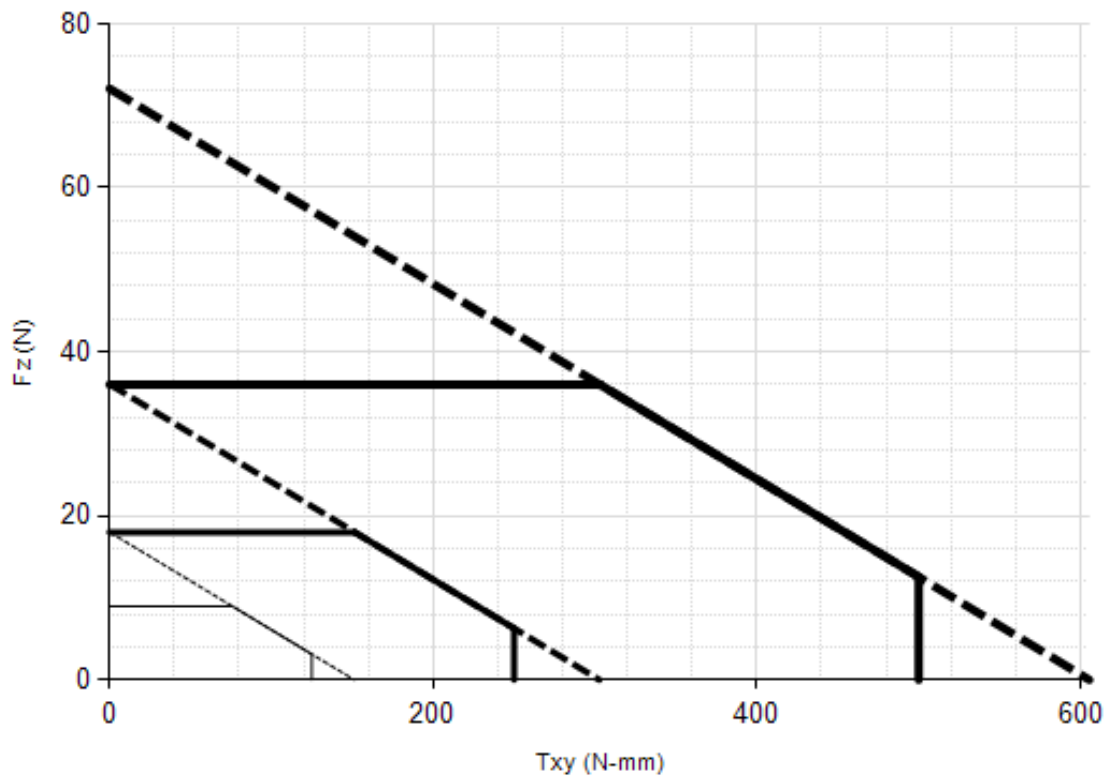
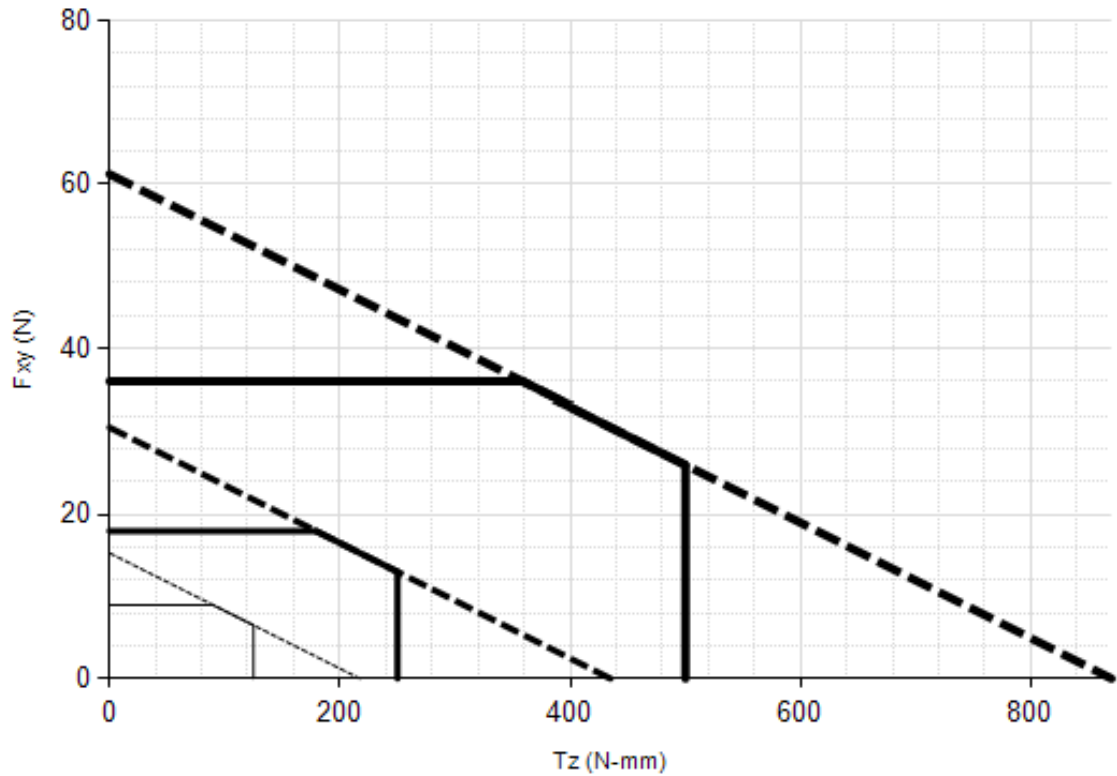
1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar ocho recuentos de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T mida correctamente.
3. Las resoluciones de DAQ son típicas de un sistema de adquisición de datos de 16 bits.

5.5.2 Nano43 (carga de complejo de calibración estadounidense)



US-2-1
 US-4-2
 US-8-4

5.5.3 Nano43 (carga del complejo de calibración SI)



— SI-9-0,125 — SI-18-0,25 — SI-36-0,5

5.6 Especificaciones del titanio Mini27

Tabla 5.15—Propiedades físicas del Mini27 Titanium		
Sobrecarga uniaxial	(EE. UU.) Unidades estándar	(SI) Unidades métricas
Fxy	±330 lbf	±1500 N
Fz	±1000 lbf	±4600 N
Txy	±270 inf-lb	±30 Nm
Tz	±360 inf-lb	±40 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	1,8×10 ⁵ lb/pulg	3,1×10 ⁷ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	3,6×10 ⁵ lb/pulg	6,4×10 ⁷ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	4,0 × 10 ⁴ lbf-in/rad	4,5×10 ³ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	5,8×10 ⁴ lbf-in/rad	6,5×10 ³ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	N/A	N/A
Fz, Tx, Ty	N/A	N/A
Especificaciones físicas		
Peso ¹	0,0736 lb	0,0334 kg
Diámetro ¹	1,06 pulgadas	27 mm
Altura ¹	0,715 pulgadas	18,2 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		

5.6.1 Especificaciones de calibración

Tabla 5.16—Calibraciones del Mini27 Titanium ^{1,2}									
Sensor	(EE. UU.) Estándar Calibración	Fx,Fy (lbf)	Fz (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx, Fy (lbf)	Fz (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Mini27 Titanio	US-10-18	10	20	18	10	1/400	3/400	1/400	1/800
Mini27 Titanio	US-20-36	20	40	36	20	1/200	3/200	1/200	1/400
Sensor	(SI) Métrico Calibración	Fx, Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Mini27 Titanio	SI-40-2	40	80	2	1	3/200	3/100	3/8000	1/4000
Mini27 Titanio	SI-80-4	80	160	4	2	3/100	3/50	3/4000	1/2000
		Rangos de detección				Resolución (DAQ, Net F/T) ³			

Notas:

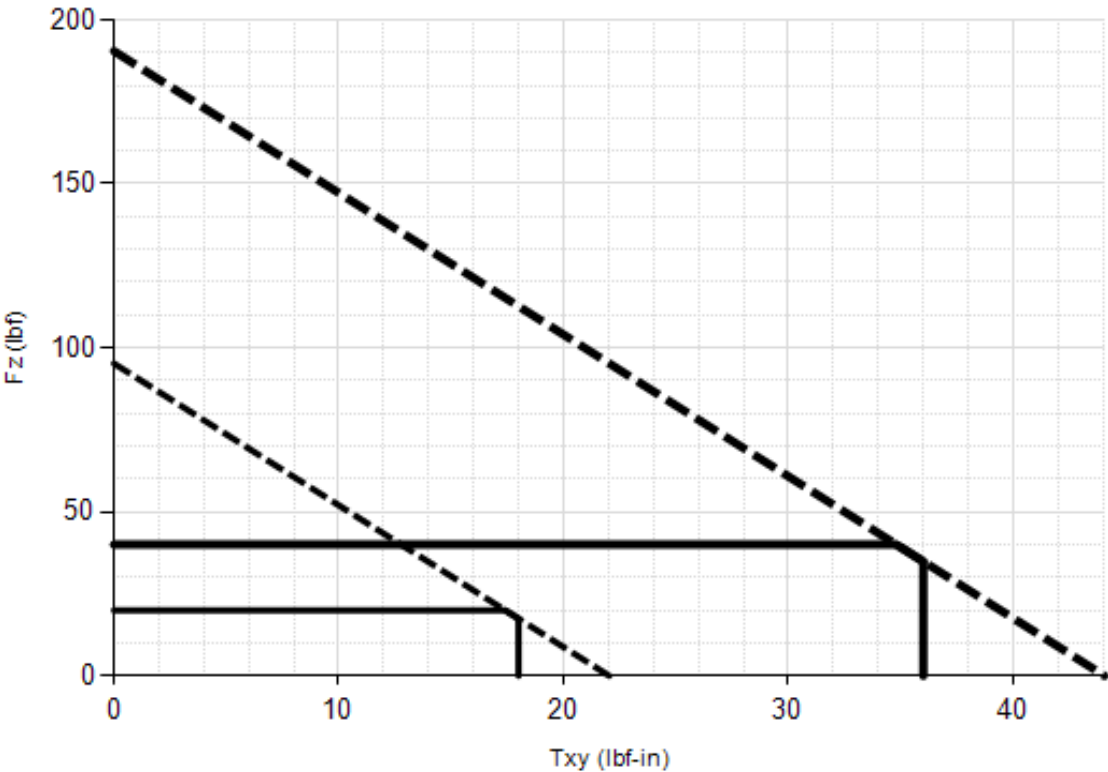
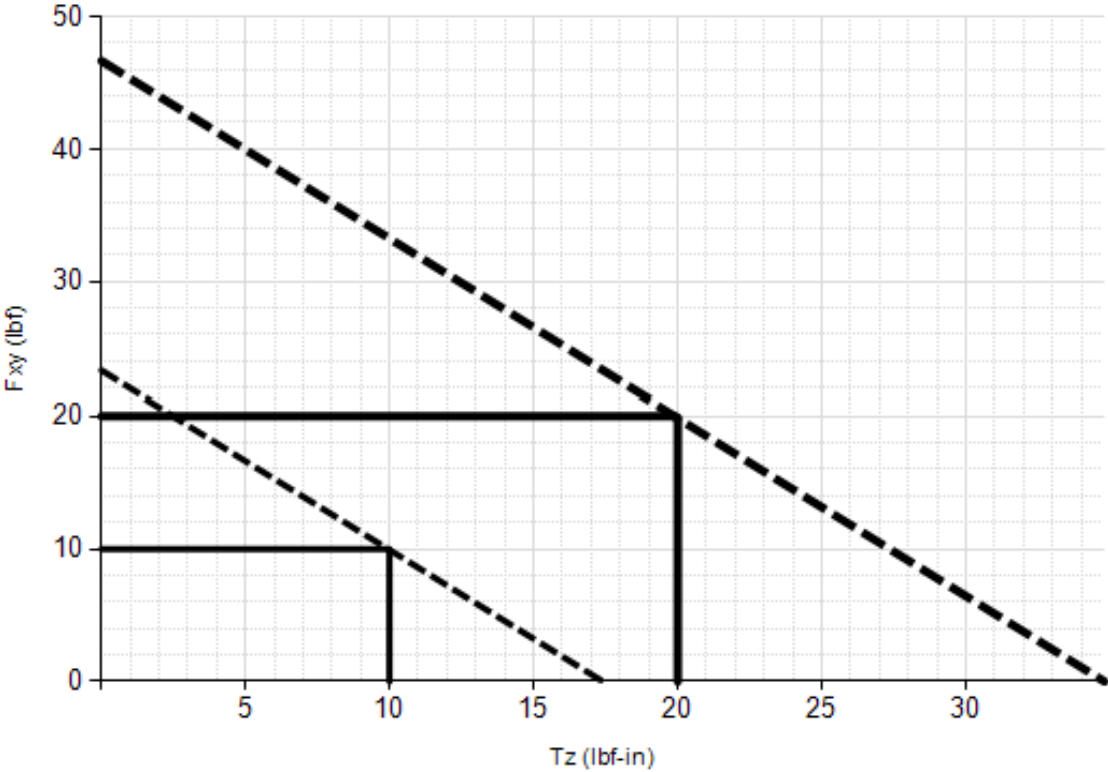
1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar cuatro recuentos de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T realice una medición correcta.
3. Las resoluciones de adquisición de datos son las habituales en un sistema de adquisición de datos de 16 bits.

Tabla 5.17—Calibraciones del Mini27 Titanium Gen 3 ^{1,2}									
Sensor	(SI) Métrico Calibración	Fx,Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Mini27 Titanio	SI-130-10	130	160	10	2	3/40	3/200	1/5000	1/10000
Mini27 Titanio	SI-65-5	65	80	5	1	3/40	3/200	1/5000	1/10000
Mini27 Titanio	SI-32,5-2,5	32,5	40	2,5	0,5	3/40	3/200	1/5000	1/10 000
		Rangos de detección				Resolución (NETrs F/T)			

Notas:

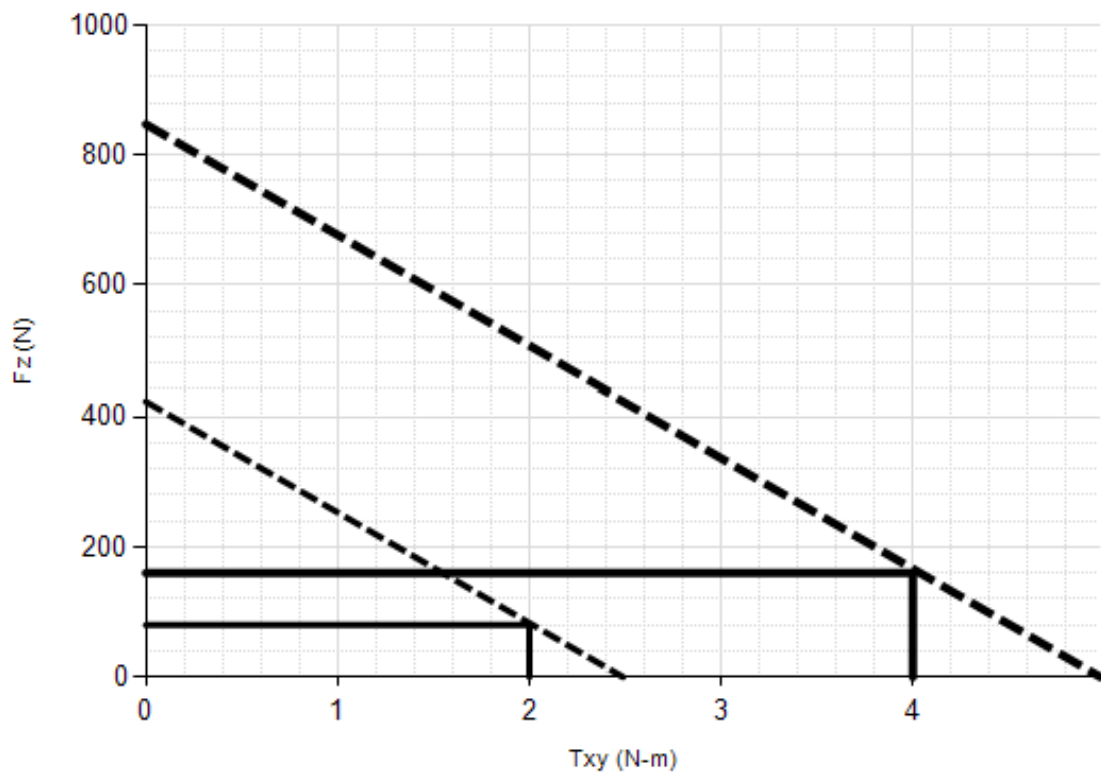
1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar cuatro recuentos de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T mida correctamente.

5.6.2 Mini27 Titanium (carga compleja de calibración en EE. UU.)



— US-10-18 — US-20-36

5.6.3 Mini27 Titanium (calibración SI con carga compleja)



— SI-40-2 — SI-80-4

5.7 Especificaciones del Mini40 (incluye las versiones IP65/IP68)

Tabla 5.18: Propiedades físicas del Mini40		
Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	Unidades métricas (SI)
Fxy	±180 lbf	±810 N
Fz	±530 lbf	±2400 N
Txy	±170 inf-lb	±19 Nm
Tz	±180 inf-lb	±20 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	6,1×10 ⁴ lb/pulg	1,1×10 ⁷ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	1,2×10 ⁵ lb/pulg	2,0×10 ⁷ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	2,5×10 ⁴ lbf-in/rad	2,8 × 10 ³ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	3,6×10 ⁴ lbf-in/rad	4,0×10 ³ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	3200 Hz	3200 Hz
Fz, Tx, Ty	4900 Hz	4900 Hz
Especificaciones físicas		
Peso ¹	0,11 lb	0,0499 kg
Diámetro ¹	1,57 pulgadas	40 mm
Altura ¹	0,482 pulgadas	12,2 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		

Tabla 5.19—Propiedades físicas del Mini40 IP65/IP68		
Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	(SI) Unidades métricas
Fxy	±180 lbf	±810 N
Fz	±530 lbf	±2400 N
Txy	±170 inf-lb	±19 Nm
Tz	±180 inf-lb	±20 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	6,1×10 ⁴ lb/pulg	1,1×10 ⁷ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	1,2×10 ⁵ lb/pulg	2,0×10 ⁷ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	2,5 × 10 ⁴ lbf-in/rad	2,8×10 ³ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	3,6×10 ⁴ lbf-in/rad	4,0×10 ³ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	1400 Hz	1400 Hz
Fz, Tx, Ty	1300 Hz	1300 Hz
Especificaciones físicas		
Peso ¹	0,6 lb	0,272 kg
Diámetro ¹	2,1 pulgadas	53,3 mm
Altura ¹	0,83 pulgadas	21,1 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		



PRECAUCIÓN: Cuando están sumergidos, los transductores IP68 presentan una disminución del rango Fz relacionada con la profundidad de inmersión. Esta pérdida es el resultado de la precarga inducida por la presión sobre el transductor. La precarga puede ser enmascarada al polarizar el transductor a la profundidad correspondiente antes de aplicar la carga que se va a medir. Las siguientes estimaciones corresponden al agua dulce a temperatura ambiente y al nivel del mar.

Profundidad de inmersión		
IP68 Mini40	EE. UU.	Métrico
Precarga Fz a 4 m de profundidad	17,0 lb	75,5 N
Precarga Fz a otras profundidades	-1,29 lb/pie × profundidad en pies	-18,9 N/m × profundidadEnMetros

5.7.1 Especificaciones de calibración

Tabla 5.20— Calibraciones del Mini40^{1,2}

Sensor	(EE. UU.) Estándar Calibración	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Mini40	US-5-10	5	15	10	10	1/800	1/400	1/800	1/800
Mini40	US-10-20	10	30	20	20	1/400	1/200	1/400	1/400
Mini40	US-20-40	20	60	40	40	1/200	1/100	1/200	1/200
Sensor	(SI) Métrico Calibración	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Mini40	SI-20-1	20	60	1	1	1/200	1/100	1/8000	1/8000
Mini40	SI-40-2	40	120	2	2	1/100	1/50	1/4000	1/4000
Mini40	SI-80-4	80	240	4	4	1/50	1/25	1/2000	1/2000
		Rangos de detección				Resolución (DAQ, Net F/T)⁴			

Notas:

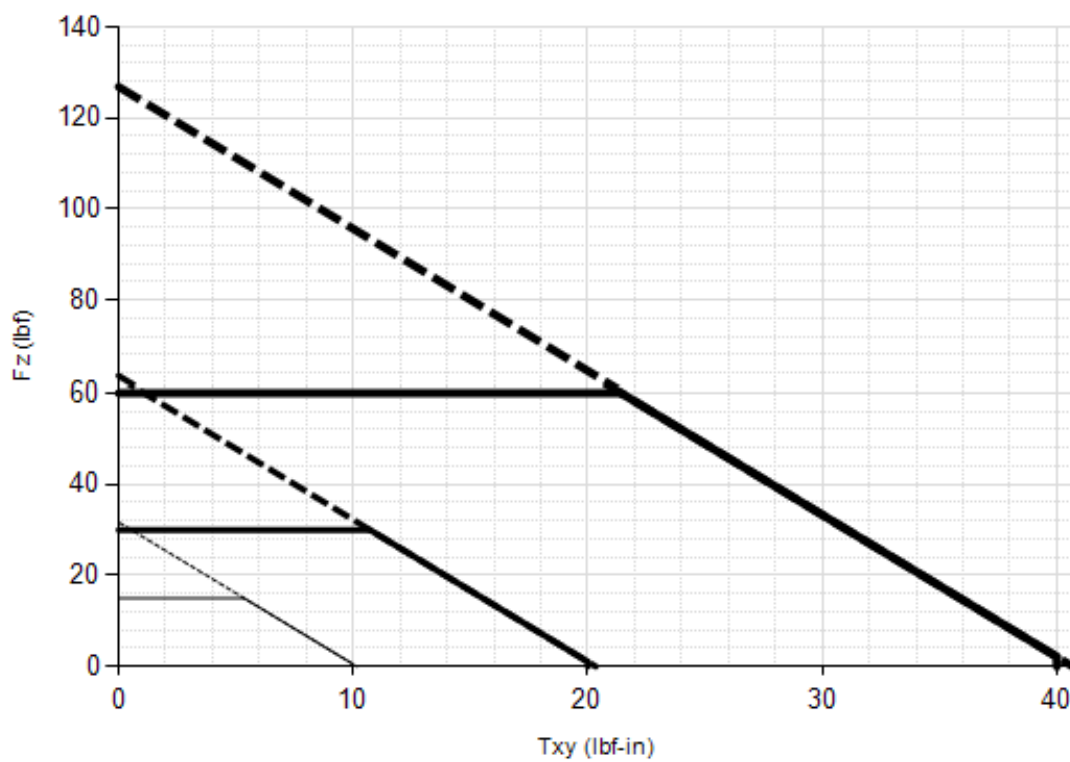
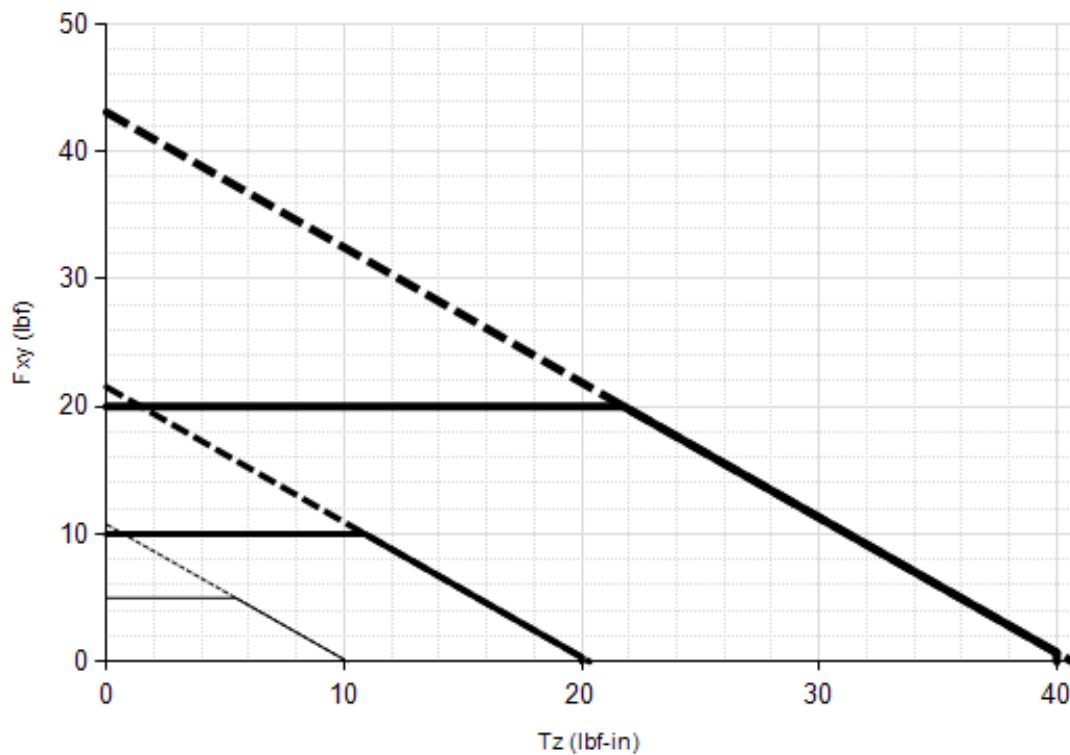
1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar cuatro counts de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T mida correctamente.
3. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.
4. Las resoluciones de DAQ son típicas de un sistema de adquisición de datos de 16 bits.

Tabla 5.21— Calibraciones del Mini40 Gen 3^{1,2}

Sensor	(SI) Métrico Calibración	Fx,Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Mini40	SI-20-1	20	60	1	1	1/200	1/100	1/10 000	1/10 000
Mini40	SI-40-2	40	120	2	2	1/200	1/100	1/10 000	1/10 000
Mini40	SI-80-4	80	240	4	4	1/200	1/100	1/10 000	1/10 000
		Rangos de detección				Resolución (NETrs F/T)			

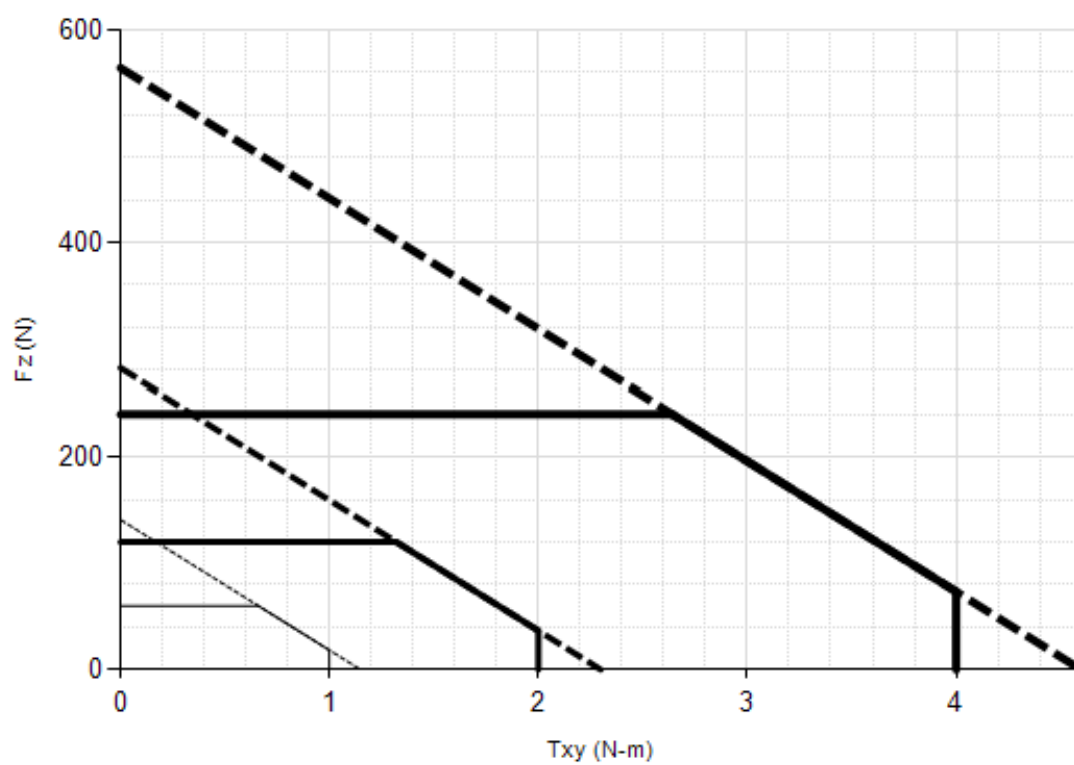
Notas:

1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar cuatro recuentos de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T mida correctamente.
3. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.



5.7.2 Mini40 (carga compleja de calibración estadounidense) (incluye IP65/IP68) ¹

US-5-10
 US-10-20
 US-20-40



5.7.3 Mini40 (calibración SI con carga compleja) (incluye IP65/IP68) ¹

SI-20-1
 SI-40-2
 SI-80-4

5.8 Especificaciones del Mini43LP

Tabla 5.22—Propiedades físicas del Mini43LP		
Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	Unidades métricas (SI)
Fxy	280 lb	1200 N
Fz	127 kg	1200 N
Txy	130 lb-pulg	15 Nm
Tz	220 lb-pulg	25 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	$1,9 \times 10^5$ lb/pulg	$3,3 \times 10^7$ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	$1,2 \times 10^5$ lb/pulg	$2,1 \times 10^7$ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	$3,0 \times 10^4$ lbf-in/rad	$3,4 \times 10^3$ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	$1,0 \times 10^5$ lbf-in/rad	$1,1 \times 10^4$ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	5200 Hz	
Fz, Tx, Ty	7300 Hz	
Especificaciones físicas		
Peso ¹	0,11 lb	0,05 kg
Diámetro ¹	1,69 pulgadas	43 mm
Altura ¹	0,31 pulgadas	7,9 mm

5.8.1 Especificaciones de calibración

Tabla 5.23—Calibraciones del Mini43LP ^{1,2}									
Sensor	(EE. UU.) Estándar Calibración	Fx, Fy (lb)	Fz (lb)	Tx, Ty (lb- pulg.)	Tz (lb-pulg.)	Fx, Fy (lb)	Fz (lb)	Tx, Ty (lb-pulg.)	Tz (lb-pulg.)
Mini43LP	US-12,5-6	12,5	12,5	6	11	1/320	1/320	1/648	1/368
Mini43LP	US-25-12,5	25	25	12,5	22	1/160	1/160	1/324	1/184
Mini43LP	US-50-25	50	50	25	44	1/80	1/80	1/162	1/92
Sensor	(SI) Métrico Calibración	Fx, Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Mini43LP	SI-62-0,75	62	62	0,75	1,25	1/64	1/64	1/5120	1/3280
Mini43LP	SI-125-1.5	125	125	1,5	2,5	1/32	1/32	1/2560	1/1640
Mini43LP	SI-250-3	250	250	3	5	1/16	1/16	1/1360	1/820
		Rangos de detección				Resolución ³			

Notas:

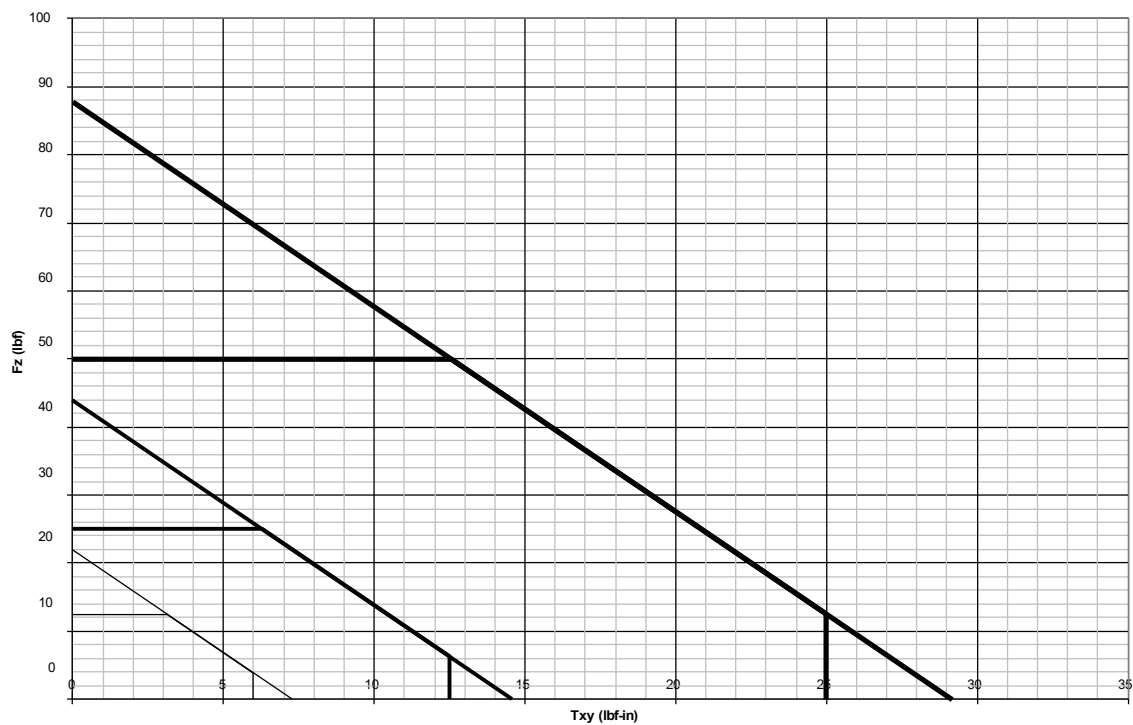
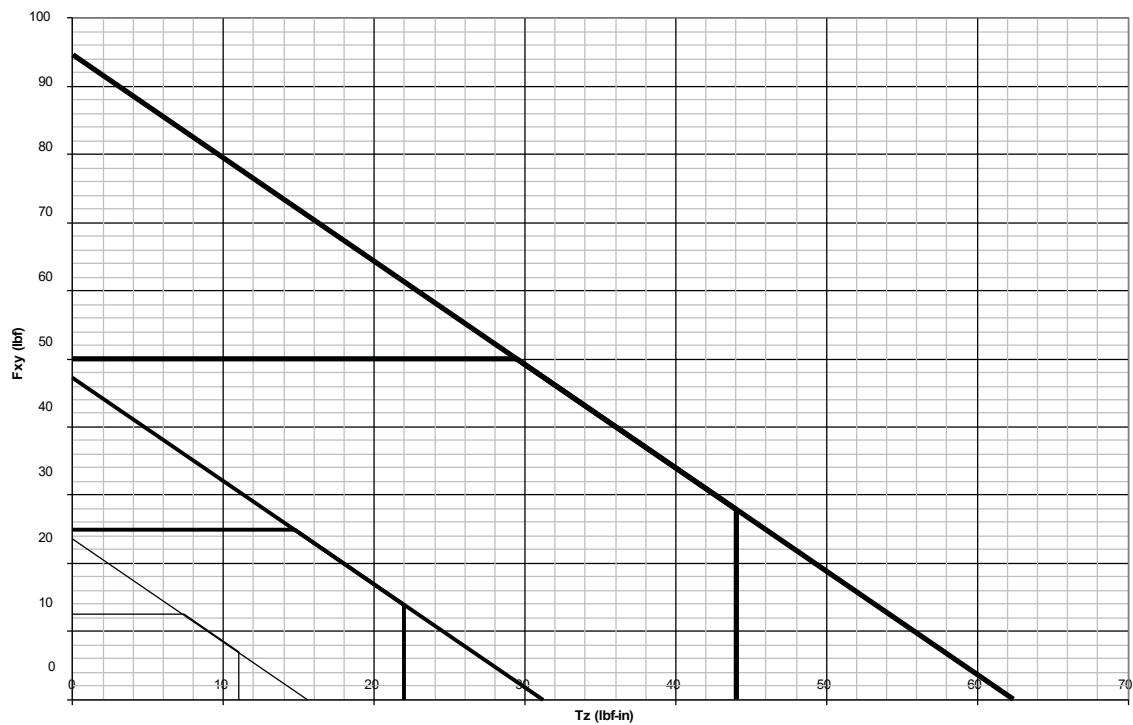
1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar cuatro recuentos de ruido.
La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T mida correctamente.
3. Las resoluciones son típicas para datos de 16 bits.

Tabla 5.24—Calibraciones del Mini43LP Gen 3 ^{1,2}									
Sensor	(SI) Métrica Calibración	Fx, Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Mini43LP	SI-62-0,75	62	62	0,75	1,25	1/64	1/64	1/5120	1/3280
Mini43LP	SI-125-1.5	125	125	1,5	2,5	1/32	1/32	1/2560	1/1640
Mini43LP	SI-250-3	250	250	3	5	1/16	1/16	1/1360	1/820
		Rangos de detección				Resolución ³			

Notas:

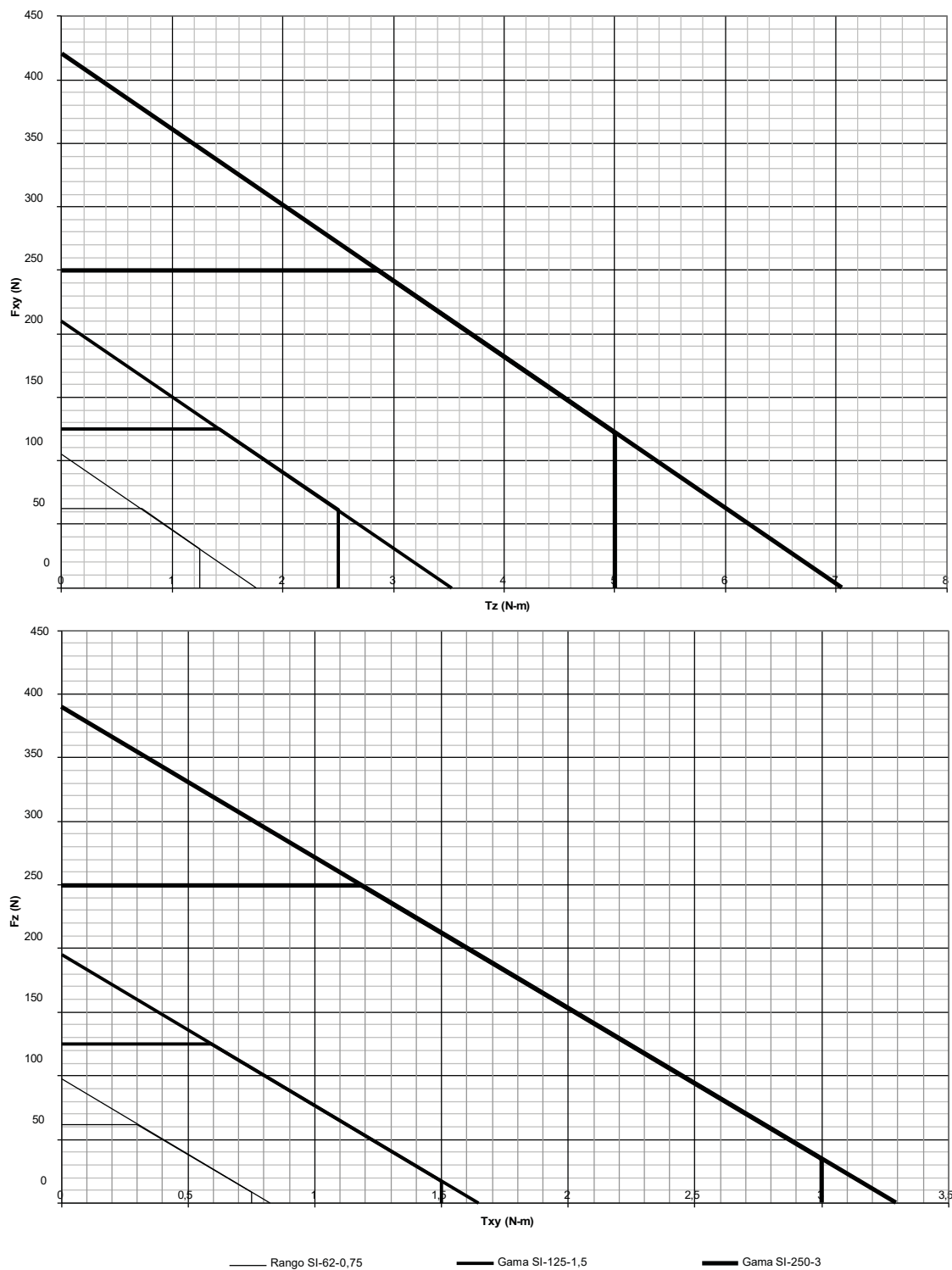
1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar cuatro recuentos de ruido.
La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T mida correctamente.
3. Las resoluciones son típicas para datos de 16 bits.

5.8.2 Mini43LP (carga compleja de calibración estadounidense)



— Gama US-12,5-6 — Gama US-50-25 — Rango US-25-12,5

5.8.3 Mini43LP (calibración SI de carga compleja)



5.9 Especificaciones del titanio Mini45

Tabla 5.25—Propiedades físicas del Mini45 Titanium		
Sobrecarga uniaxial	(EE. UU.) Unidades estándar	Unidades métricas (SI)
Fxy	±670 lbf	±3000 N
Fz	±1400 lbf	±6400 N
Txy	±590 inf-lb	±67 Nm
Tz	±720 inf-lb	±81 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	$2,5 \times 10^5$ lb/pulg	$4,3 \times 10^7$ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	$3,3 \times 10^5$ lb/pulg	$5,7 \times 10^7$ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	$8,6 \times 10^4$ lbf-in/rad	$9,7 \times 10^3$ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	$1,8 \times 10^5$ lbf-in/rad	$2,0 \times 10^4$ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	5800 Hz	5800 Hz
Fz, Tx, Ty	4600 Hz	4600 Hz
Especificaciones físicas		
Peso ¹	0,22 lb	0,0998 kg
Diámetro ¹	1,77 pulgadas	45 mm
Altura ¹	0,69 pulgadas	17,5 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		

5.9.1 Especificaciones de calibración

Tabla 5.26 — Calibraciones del Mini45 Titanium ^{(1),2}									
Sensor	(EE. UU.) Estándar Calibración	Fx, Fy (lbf)	Fz (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx, Fy (lbf)	Fz (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Mini45 Titanio	US-15-25	15	30	25	25	3/800	1/160	1/300	1/400
Mini45 Titanio	US-30-50	30	60	50	50	3/400	1/80	1/150	1/200
Mini45 Titanio	US-60-100	60	120	100	100	3/200	1/40	1/75	1/100
Sensor	(SI) Métrico Calibración	Fx, Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Mini45 Titanio	SI-60-3	60	120	3	3	1/60	7/240	3/8000	1/3200
Mini45 Titanium	SI-120-6	120	240	6	6	1/30	7/120	3/4000	1/1600
Mini45 Titanium	SI-240-12	240	480	12	12	1/15	7/60	3/2000	1/800
		Rangos de detección				Resolución (DAQ, Net F/T) ³			

Notas:

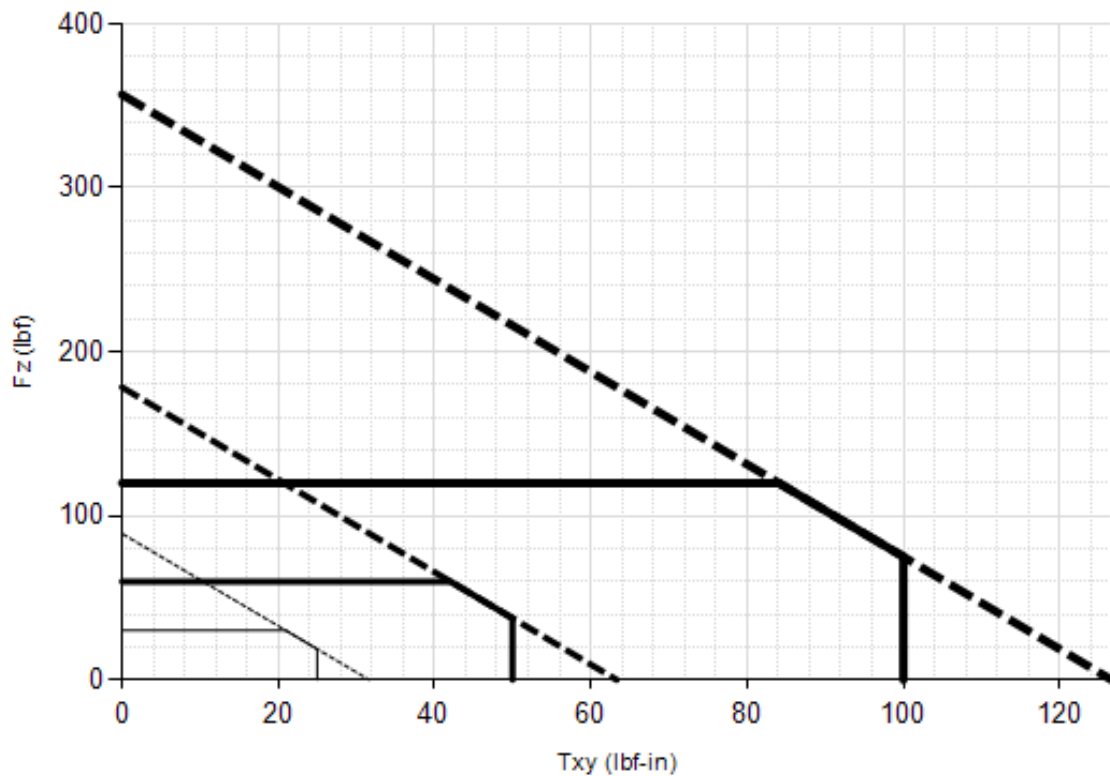
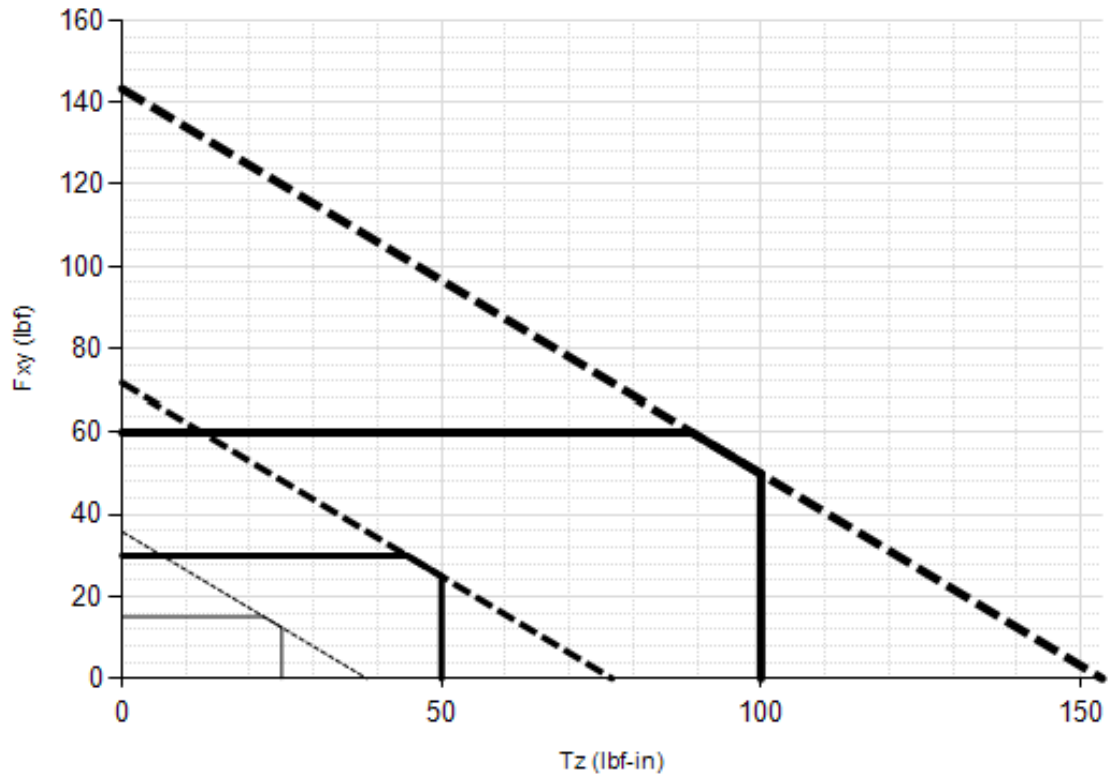
1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar cuatro recuentos de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T mida correctamente.
3. Las resoluciones DAQ son típicas de un sistema de adquisición de datos de 16 bits.

Tabla 5.27— Calibraciones del Mini45 Titanium Gen 3 ^{(1),2}									
Sensor	(SI) Métrico Calibración	Fx, Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Mini45 Titanio	SI-60-3	60	120	3	3	17/1000	3/100	1/2500	3/10 000
Mini45 Titanio	SI-120-6	120	240	6	6	17/1000	3/100	1/2500	3/10 000
Mini45 Titanio	SI-240-12	240	480	12	12	17/1000	3/100	1/2500	3/10 000
		Rangos de detección				Resolución (NETrs F/T)			

Notas:

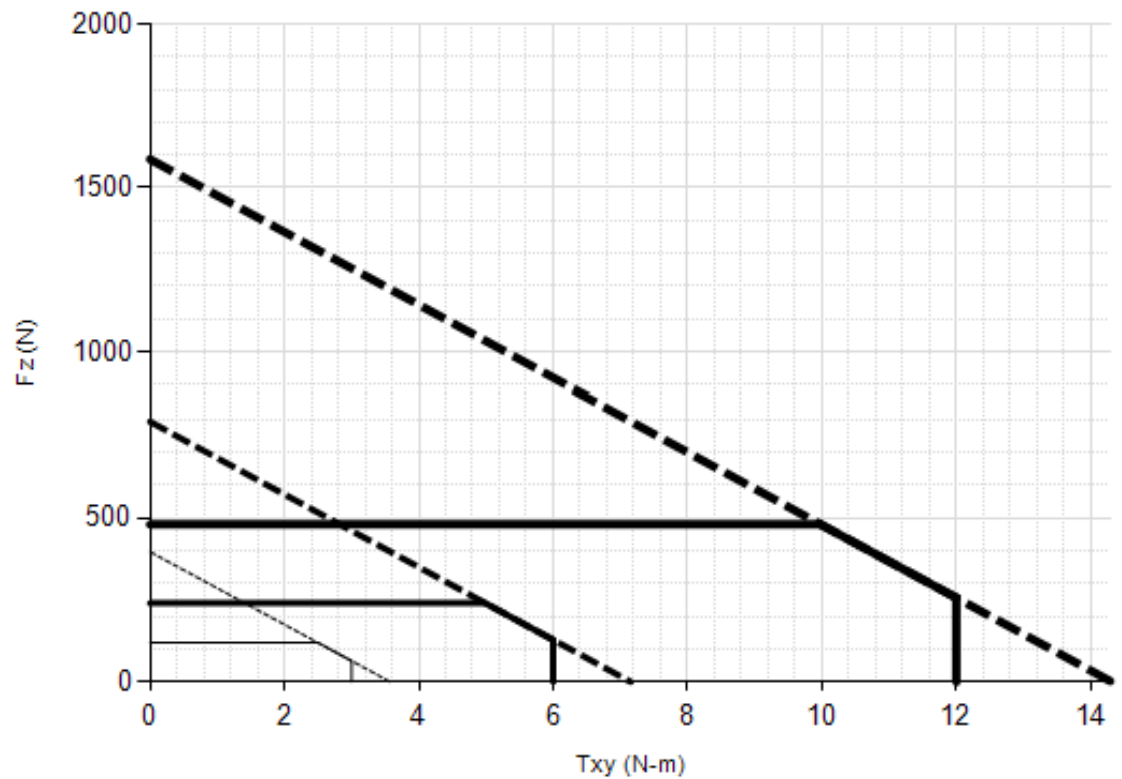
1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar cuatro recuentos de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T realice una medición correcta.

5.9.2 Mini45 Titanium (calibración estadounidense con carga compleja)



□ US-15-25 □ US-30-50 □ US-60-100

5.9.3 Mini45 Titanium (calibración SI con carga compleja)



□ — SI-60-3 □ — SI-120-6 □ — SI-240-12

5.10 Especificaciones del Mini45 (incluye versiones IP65/IP68)

Tabla 5.28—Propiedades físicas del Mini45		
Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	(SI) Unidades métricas
Fxy	±1100 lbf	±5100 N
Fz	±2300 lbf	±10 000 N
Txy	±1000 inf-lb	±110 Nm
Tz	±1200 inf-lb	±140 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	4,2×10 ⁵ lb/pulg	7,4×10 ⁷ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	5,6×10 ⁵ lb/pulg	9,8 × 10 ⁷ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	1,5×10 ⁵ lbf-in/rad	1,7×10 ⁴ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	3,1×10 ⁵ lbf-in/rad	3,5×10 ⁴ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	5600 Hz	5600 Hz
Fz, Tx, Ty	5400 Hz	5400 Hz
Especificaciones físicas		
Peso ¹	0,202 lb	0,0917 kg
Diámetro ¹	1,77 pulgadas	45 mm
Altura ¹	0,618 pulgadas	15,7 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		

Tabla 5.29—Propiedades físicas del Mini45 IP65/IP68		
Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	(SI) Unidades métricas
Fxy	±1100 lbf	±5100 N
Fz	±2300 lbf	±10 000 N
Txy	±1000 inf-lb	±110 Nm
Tz	±1200 inf-lb	±140 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	4,2×10 ⁵ lb/pulg	7,4×10 ⁷ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	5,6×10 ⁵ lb/pulg	9,8 × 10 ⁷ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	1,5×10 ⁵ lbf-in/rad	1,7×10 ⁴ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	3,1×10 ⁵ lbf-in/rad	3,5×10 ⁴ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	5200 Hz	5200 Hz
Fz, Tx, Ty	4200 Hz	4200 Hz
Especificaciones físicas		
Peso ¹	0,861 lb	0,391 kg
Diámetro ¹	2,28 pulgadas	57,9 mm
Altura ¹	0,988 pulgadas	25,1 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		



PRECAUCIÓN: Cuando están sumergidos, los transductores IP68 presentan una disminución del rango Fz relacionada con la profundidad de inmersión. Esta pérdida es el resultado de la precarga inducida por la presión sobre el transductor. La precarga puede enmascarse polarizando el transductor a la profundidad antes de aplicar la carga que se va a medir. Las siguientes estimaciones corresponden a agua dulce a temperatura ambiente a nivel del mar.

Profundidad de inmersión		
IP68 Mini45	EE. UU.	Métrico
Carga previa Fz a 4 m de profundidad	17,0 lb	75,5 N
Precarga Fz a otras profundidades	-1,29 lb/pie × profundidad en pies	-18,9 N/m × profundidadEnMetros

5.10.1 Especificaciones de calibración

Tabla 5.30— Calibraciones del Mini45 (excluye las calibraciones CTL)^{1,2}

Sensor	(EE. UU.) Estándar Calibración	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Mini45	US-30-40	30	60	40	40	1/80	1/80	1/88	1/176
Mini45	US-60-80	60	120	80	80	1/40	1/40	1/44	1/88
Mini45	US-120-160	120	240	160	160	1/20	1/20	1/22	1/44
Sensor	(SI) Métrico Calibración	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Mini45	SI-145-5	145	290	5	5	1/16	1/16	1/752	1/1504
Mini45	SI-290-10	290	580	10	10	1/8	1/8	1/376	1/752
Mini45	SI-580-20	580	1160	20	20	1/4	1/4	1/188	1/376
		Rangos de detección				Resolución (DAQ, F/T neto) ⁴			

Notas:

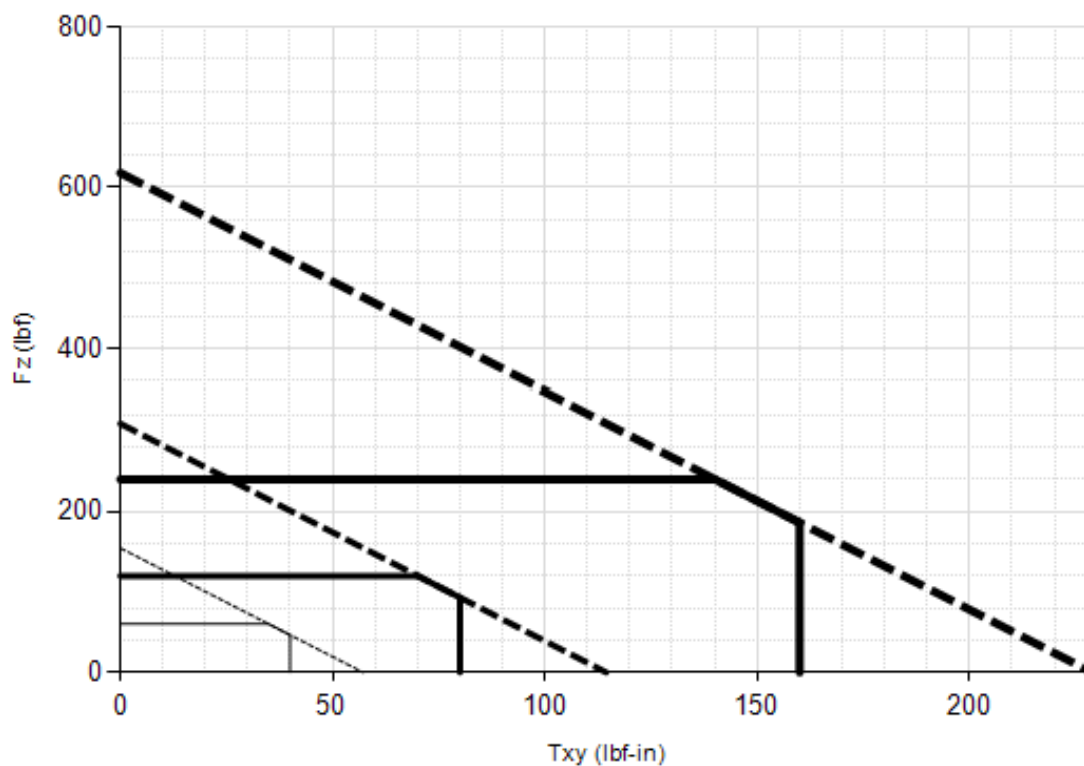
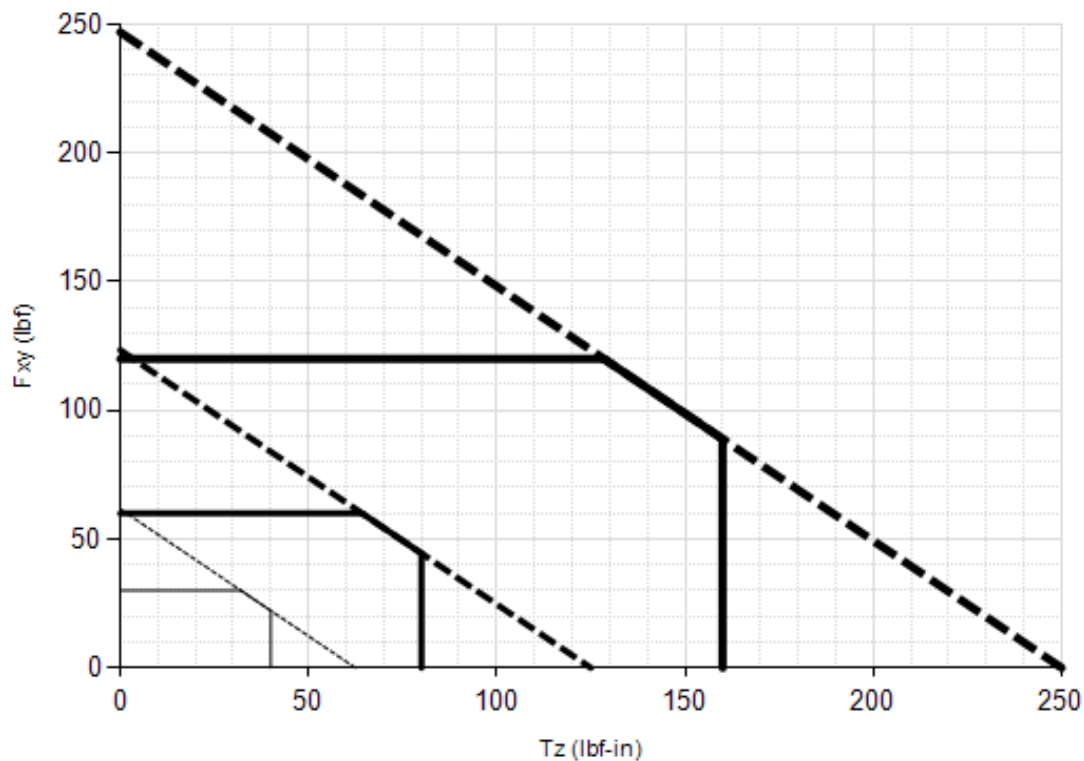
1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar cuatro recuentos de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T realice una medición correcta.
3. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.
4. Las resoluciones de DAQ son las típicas de un sistema de adquisición de datos de 16 bits.

Tabla 5.31— Calibraciones del Mini45 Gen 3^{1,2}

Sensor	(SI) Métrico Calibración	Fx,Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Mini45	SI-145-5	145	290	5	5	1/16	1/16	13/10000	7/10000
Mini45	SI-290-10	290	580	10	10	1/16	1/16	13/10 000	7/10000
Mini45	SI-580-20	580	1160	20	20	1/16	1/16	13/10000	7/10000
		Rangos de detección				Resolución (NETrs F/T)			

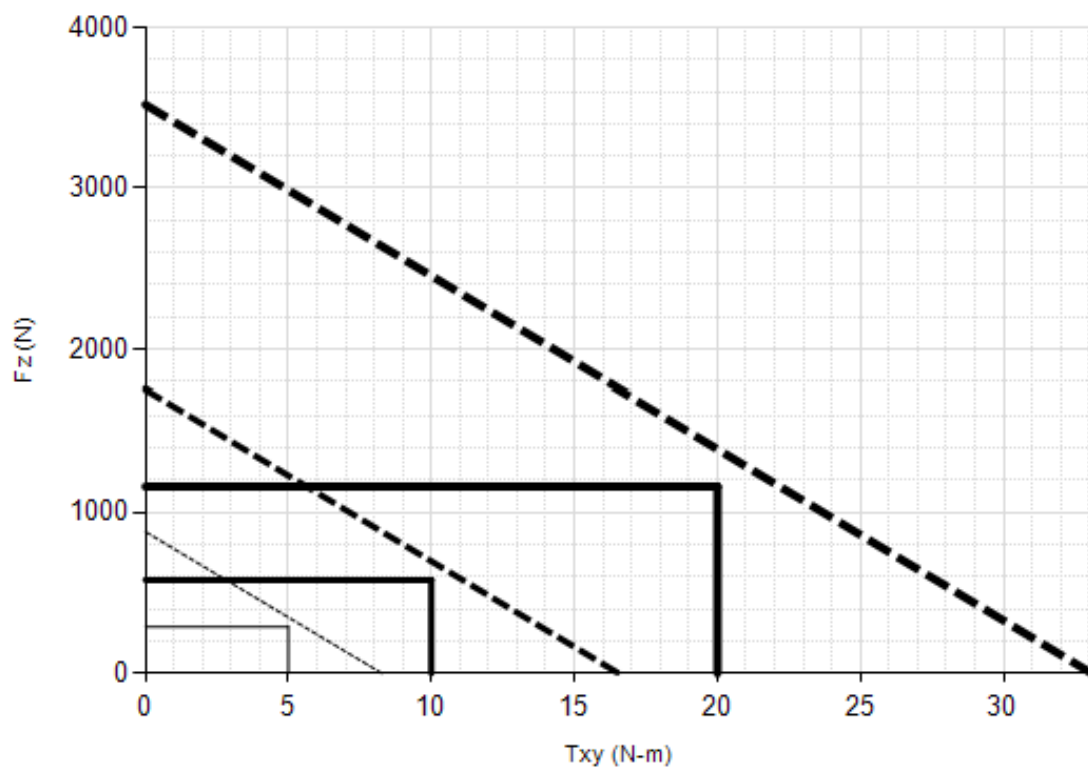
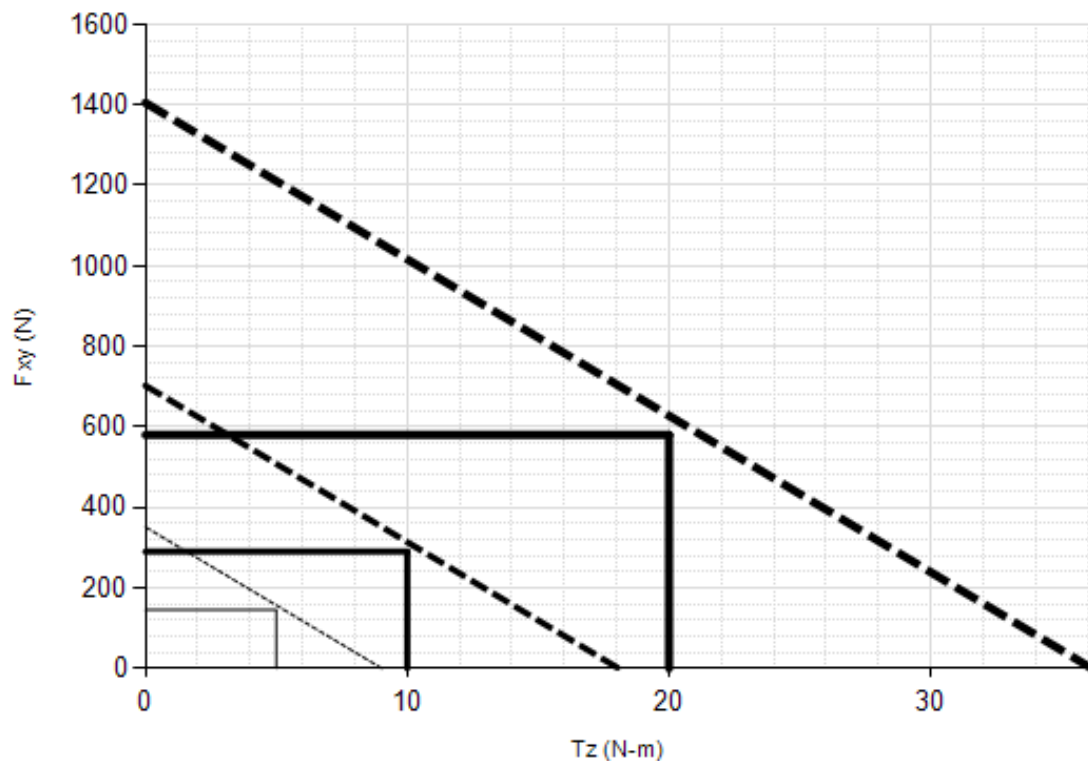
Notas:

1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar cuatro recuentos de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T mida correctamente.
3. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.



5.10.2 Mini45 (calibración estadounidense con carga compleja) (incluye IP65/IP68) ¹

— US-30-40 — US-60-80 — US-120-160



5.10.3 Mini45 (calibración SI de carga compleja) (incluye IP65/IP68) ¹

SI-145-5
 SI-290-10
 SI-580-20

5.11 Especificaciones del Mini58 (incluye versiones IP60/IP65/IP68)

Tabla 5.32—Propiedades físicas del Mini58		
Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	(SI) Unidades métricas
Fxy	±4800 lbf	±21 000 N
Fz	±11 000 lbf	±48 000 N
Txy	±5300 inf-lb	±590 Nm
Tz	±7100 inf-lb	±800 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	1,4×10 ⁶ lb/pulg	2,5×10 ⁸ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	2,1×10 ⁶ lb/pulg.	3,7 × 10 ⁸ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	9,3 × 10 ⁵ lbf-in/rad	1,1 × 10 ⁵ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	1,8×10 ⁶ lbf-in/rad	2,0×10 ⁵ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	3000 Hz	3000 Hz
Fz, Tx, Ty	5700 Hz	5700 Hz
Especificaciones físicas		
Peso ¹	0,76 lb	0,345 kg
Diámetro ¹	2,28 pulgadas	58 mm
Altura ¹	1,18 pulgadas	30 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		

Tabla 5.33—Propiedades físicas del Mini58 IP60		
Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	(SI) Unidades métricas
Fxy	±4800 lbf	±21 000 N
Fz	±11 000 lbf	±48 000 N
Txy	±5300 inf-lb	±590 Nm
Tz	±7100 inf-lb	±800 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	1,4×10 ⁶ lb/pulg	2,5×10 ⁸ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	2,1×10 ⁶ lb/pulg	3,7×10 ⁸ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	9,3×10 ⁵ lbf-in/rad	1,1 × 10 ⁵ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	1,8×10 ⁶ lbf-in/rad	2,0×10 ⁵ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	N/A	N/A
Fz, Tx, Ty	N/A	N/A
Especificaciones físicas		
Peso ¹	1,15 lb	0,522 kg
Diámetro ¹	3,23 pulgadas	82 mm
Altura ¹	1,42 pulgadas	36,2 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		

Tabla 5.34: Propiedades físicas del Mini58 IP65/IP68		
Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	Unidades métricas (SI)
Fxy	±4800 lbf	±21 000 N
Fz	±11 000 lbf	±48 000 N
Txy	±5300 inf-lb	±590 Nm
Tz	±7100 inf-lb	±800 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	1,4×10 ⁶ lb/pulg	2,5×10 ⁶ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	2,1×10 ⁶ lb/pulg	3,7×10 ⁶ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	9,3×10 ⁵ lbf-in/rad	1,1×10 ⁵ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	1,8×10 ⁶ lbf-in/rad	2,0×10 ⁵ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	N/A	N/A
Fz, Tx, Ty	N/A	N/A
Especificaciones físicas		
Peso ¹	1,77 lb	0,804 kg
Diámetro ¹	2,58 pulgadas	65,4 mm
Altura ¹	1,48 pulgadas	37,6 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		



PRECAUCIÓN: Cuando están sumergidos, los transductores IP68 presentan una disminución del rango Fz relacionada con la profundidad de inmersión. Esta pérdida es el resultado de la precarga inducida por la presión sobre el transductor. La precarga puede enmascararse polarizando el transductor a la profundidad antes de aplicar la carga que se va a medir. Las siguientes estimaciones corresponden a agua dulce a temperatura ambiente a nivel del mar.

Profundidad de inmersión		
IP68 Mini58	EE. UU.	Métrico
Precarga Fz a 4 m de profundidad	24,3 lb	108 N
Carga previa Fz a otras profundidades	-1,86 lb/pie × profundidad en pies	-27,1 N/m × profundidadEnMetros

5.11.1 Especificaciones de calibración

Tabla 5.35— Calibraciones del Mini58 ^{1,2}									
Sensor	(EE. UU.) Estándar Calibración	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Mini58	US-150-250	150	375	250	250	5/112	1/16	1/20	7/240
Mini58	US-300-500	300	750	500	500	5/56	1/8	1/10	7/120
Mini58	US-600-1000	600	1500	1000	1000	28/5	1/4	1/5	7/60
Sensor	(SI) Métrico Calibración	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Mini58	SI-700-30	700	1700	30	30	1/6	7/24	9/1600	1/320
Mini58	SI-1400-60	1400	3400	60	60	1/3	7/12	9/800	1/160
Mini58	SI-2800-120	2800	6800	120	120	3/4	1 1/4	9/400	1/80
		Rangos de detección				Resolución (DAQ, F/T neto) ⁴			

Notas:

1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar cuatro recuentos de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T mida correctamente.
3. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.
4. Las resoluciones de adquisición de datos son las habituales en un sistema de adquisición de datos de 16 bits.

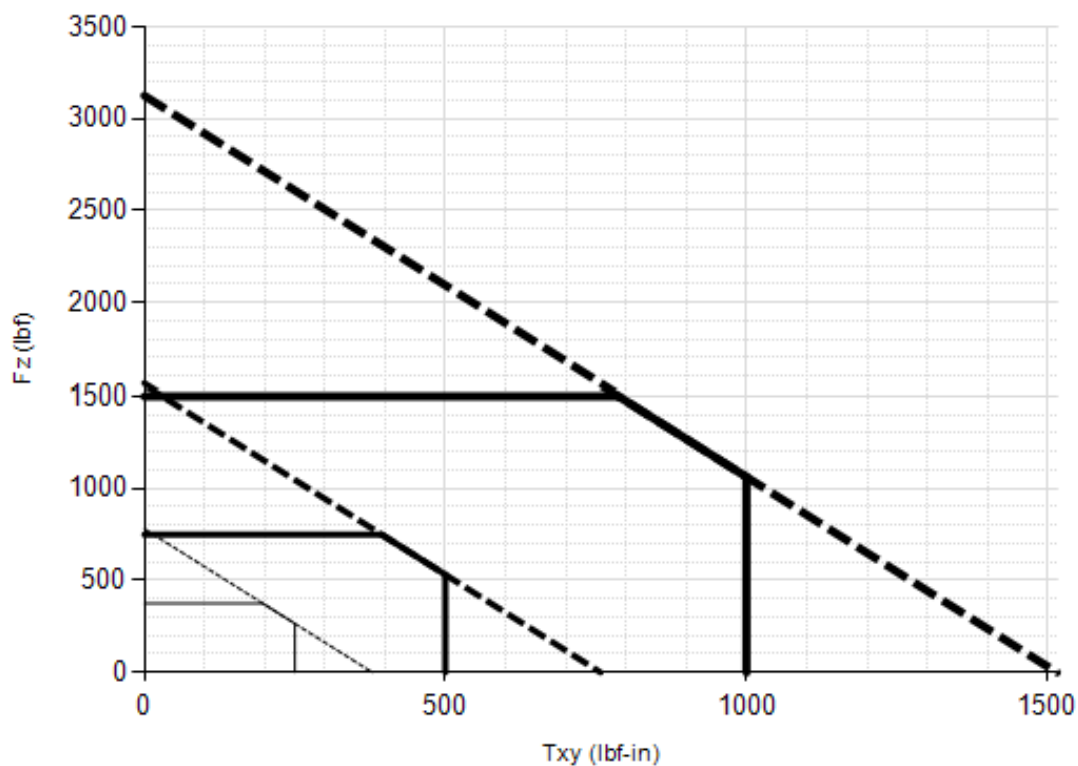
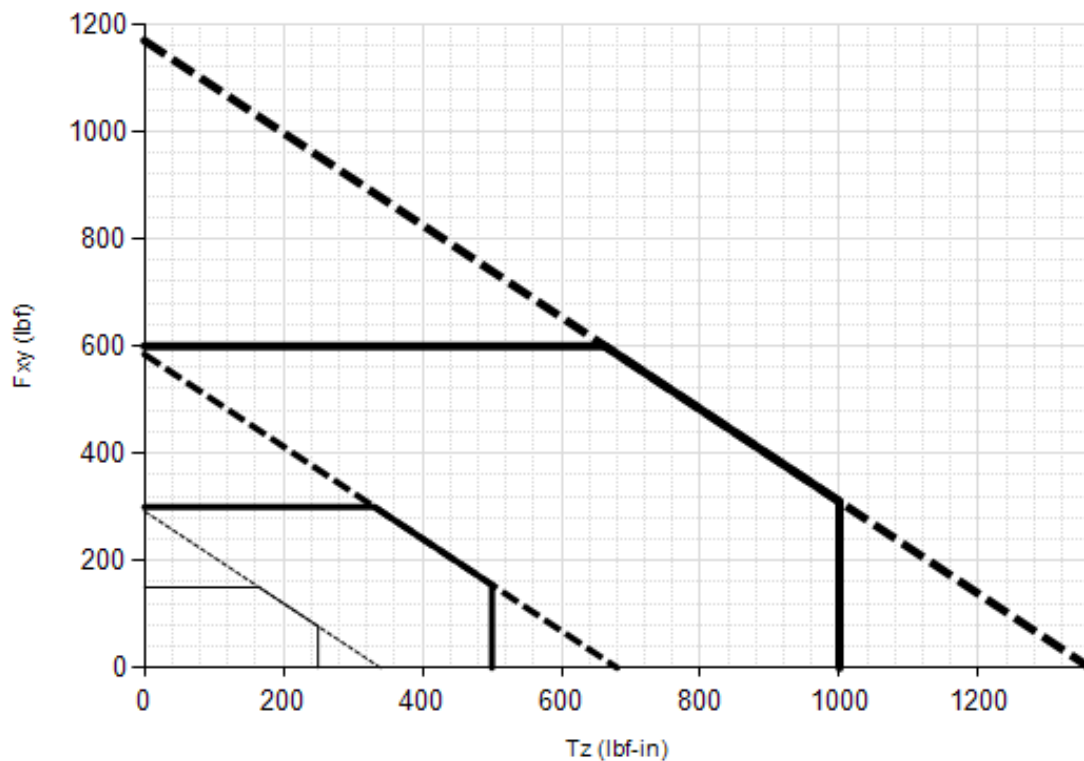
Tabla 5.36— Calibraciones del Mini58 Gen 3 ^{1,2}									
Sensor	(SI) Métrica Calibración	Fx,Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Mini58	SI-700-30	700	1700	30	30	3/16	5/16	7/1250	31/10000
Mini58	SI-1400-60	1400	3400	60	60	3/16	5/16	7/1250	31/10000
Mini58	SI-2800-120	2800	6800	120	120	3/16	5/16	7/1250	31/10000
		Rangos de detección				Resolución (NETrs F/T)			

Notas:

1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar cuatro recuentos de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante el filtrado.
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T mida correctamente.
3. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.

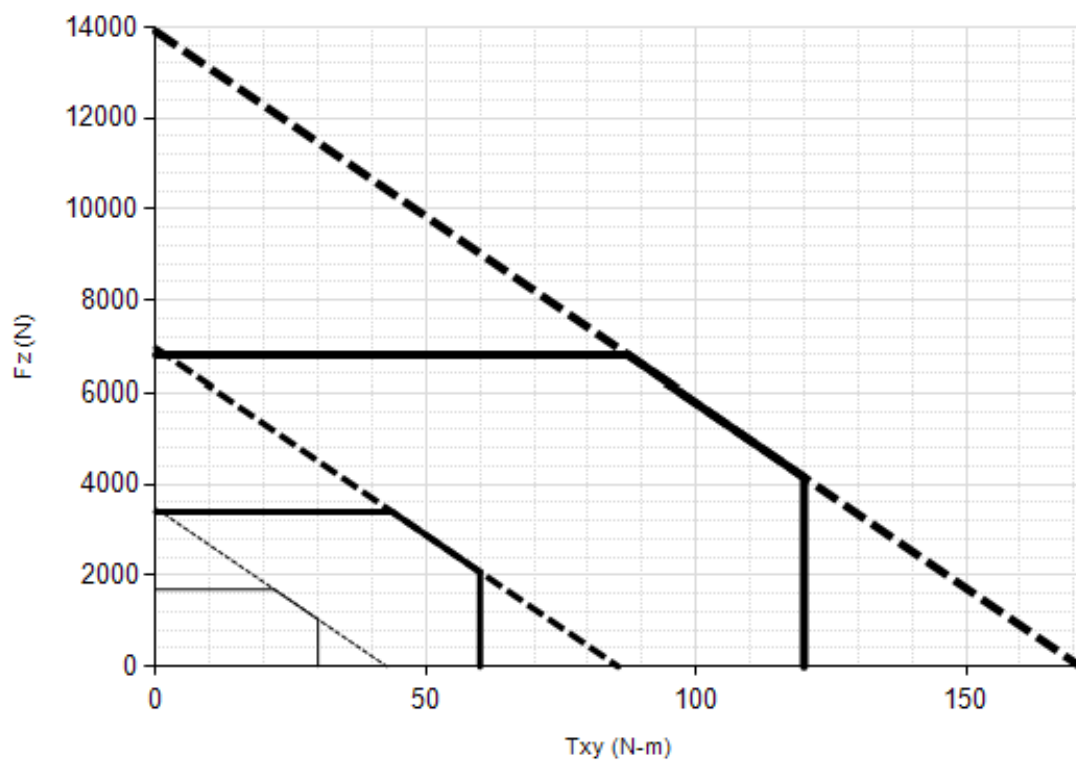
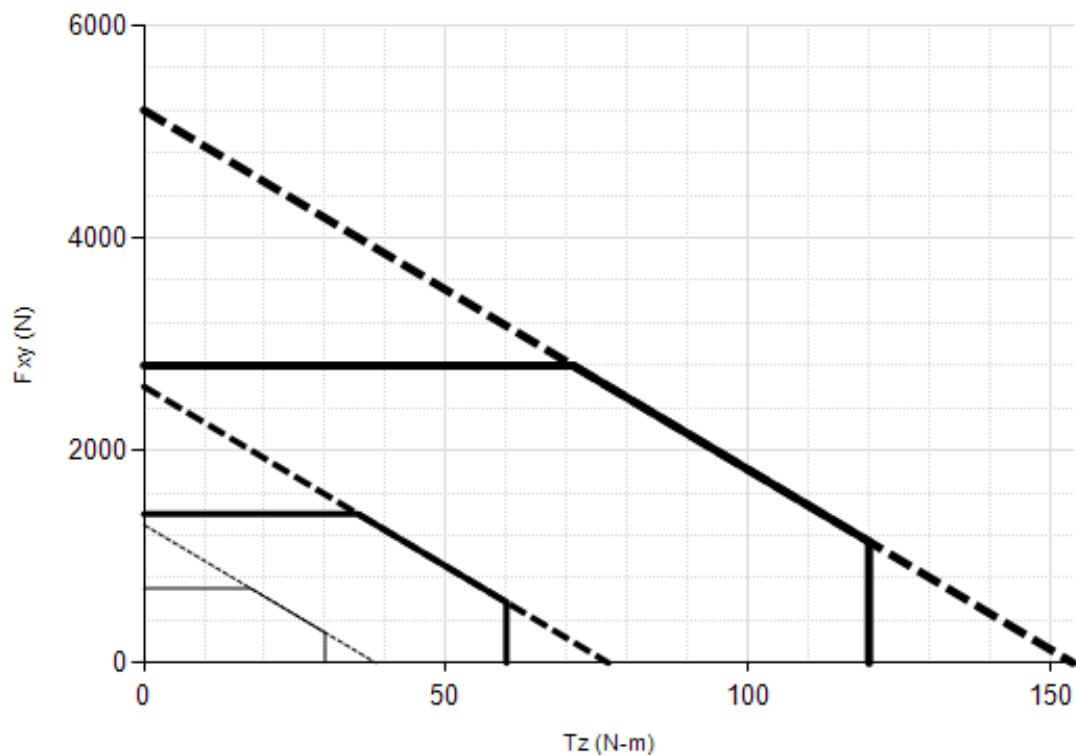
5.11.2 Factor de transformación de la herramienta

Tabla 5.37—Factor de transformación de la herramienta			
Sensor	Calibración	EE. UU. (inglés)	SI (métrico)
Mini58	US-150-250 / SI-700-30	0,00467 pulgadas/lbf	0,150 mm/N
Mini58	US-300-500 / SI-1400-60	0,00467 pulgadas/libra-fuerza	0,150 mm/N
Mini58	US-600-1000 / SI-2800-120	0,00467 pulgadas/lbf	0,150 mm/N



5.11.3 Mini58 (carga compleja de calibración estadounidense) (incluye IP60/IP65/IP68) ¹

US-150-250
 US-300-500
 US-600-1000



5.11.4 Mini58 (calibración SI de carga compleja) (incluye IP60/IP65/IP68) ¹

— SI-700-30

— SI-1400-60

— SI-2800-120

5.12 Especificaciones del Mini85

Tabla 5.38—Propiedades físicas del Mini85		
Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	Unidades métricas (SI)
Fxy	±2800 lbf	±13 000 N
Fz	±6100 lbf	±27 000 N
Txy	±4400 in-lb	±500 Nm
Tz	±5400 lb-p	±610 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	$4,4 \times 10^5$ lb/pulg	$7,7 \times 10^7$ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	$6,8 \times 10^5$ lb/pulg	$1,2 \times 10^8$ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	$7,2 \times 10^5$ lbf-in/rad	$8,1 \times 10^4$ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	$1,2 \times 10^6$ lbf-in/rad	$1,3 \times 10^5$ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	2400 Hz	2400 Hz
Fz, Tx, Ty	3100 Hz	3100 Hz
Especificaciones físicas		
Peso ¹	1,4 lb	0,635 kg
Diámetro ¹	3,35 pulgadas	85,1 mm
Altura ¹	1,17 pulgadas	29,8 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		

5.12.1 Especificaciones de calibración

Tabla 5.39— Calibraciones del Mini85 ^{1,2}									
Sensor	(EE. UU.) Estándar Calibración	Fx, Fy (lbf)	Fz (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx, Fy (lbf)	Fz (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Mini85	US-105-185	105	210	185	185	1/52	7/260	5/168	1/48
Mini85	US-210-370	210	420	370	370	5/128	3/64	5/84	1/24
Mini85	US-420-740	420	840	740	740	5/64	3/32	5/42	1/12
Sensor	(SI) Métrico Calibración	Fx, Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Mini85	SI-475-20	475	950	20	20	9/112	28/3	14/5/96	29/7/92
Mini85	SI-950-40	950	1900	40	40	9/56	3/14	5/748	7/1496
Mini85	SI-1900-80	1900	3800	80	80	28/9	7/3	374	7/748
		Rangos de detección				Resolución (DAQ, F/T neto) ³			

Notas:

1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar cuatro recuentos de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T mida correctamente.
3. Las resoluciones DAQ son típicas de un sistema de adquisición de datos de 16 bits.

Tabla 5.40— Calibraciones del Mini85 Gen 3 ^{1,2}									
Sensor	(SI) Métrico Calibración	Fx,Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Mini85	SI-475-20	475	950	20	20	9/112	28/3	14/5/96	29/7/92
Mini85	SI-950-40	950	1900	40	40	9/56	3/14	5/748	7/1496
Mini85	SI-1900-80	1900	3800	80	80	28/9	7/3	374	7/748
		Rangos de detección				Resolución (NETrs F/T)			

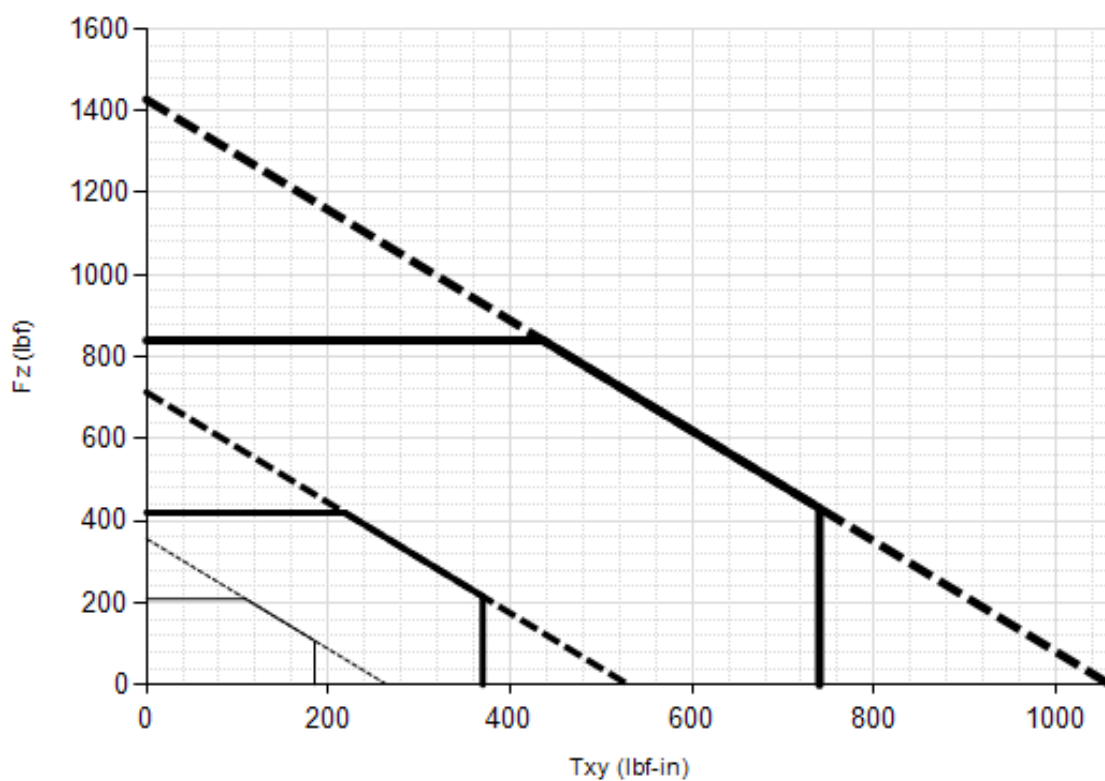
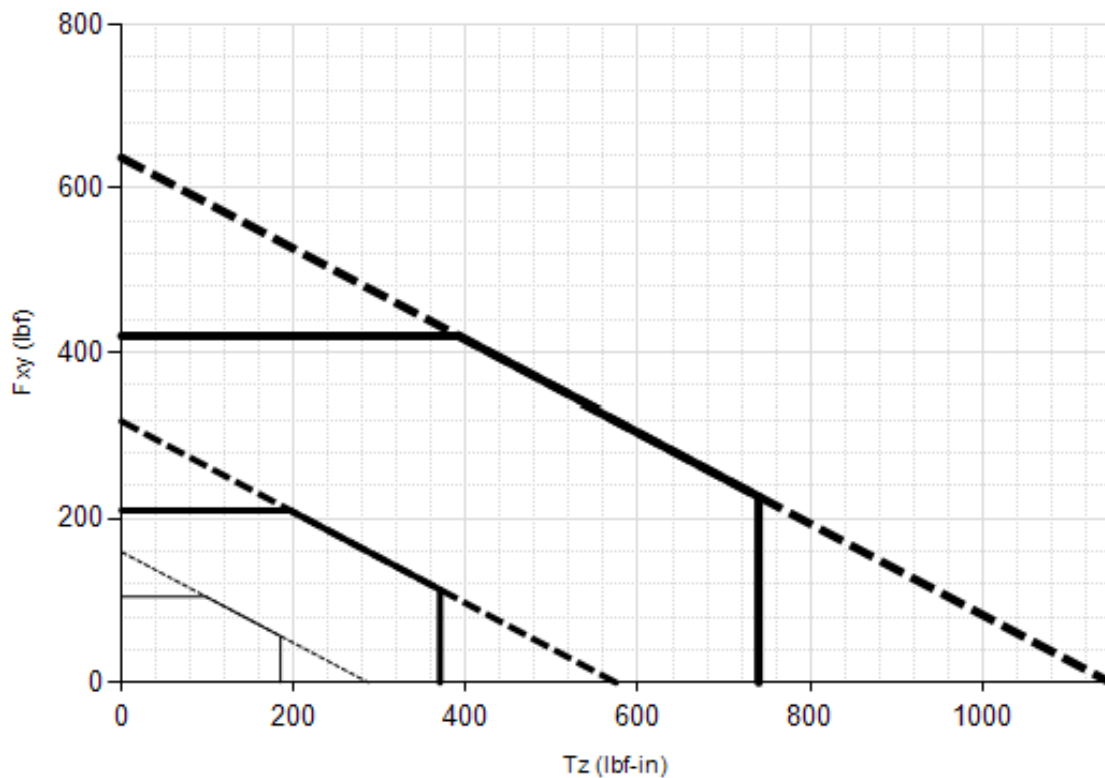
Notas:

1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar cuatro recuentos de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T mida correctamente.

5.12.2 Factor de transformación de la herramienta

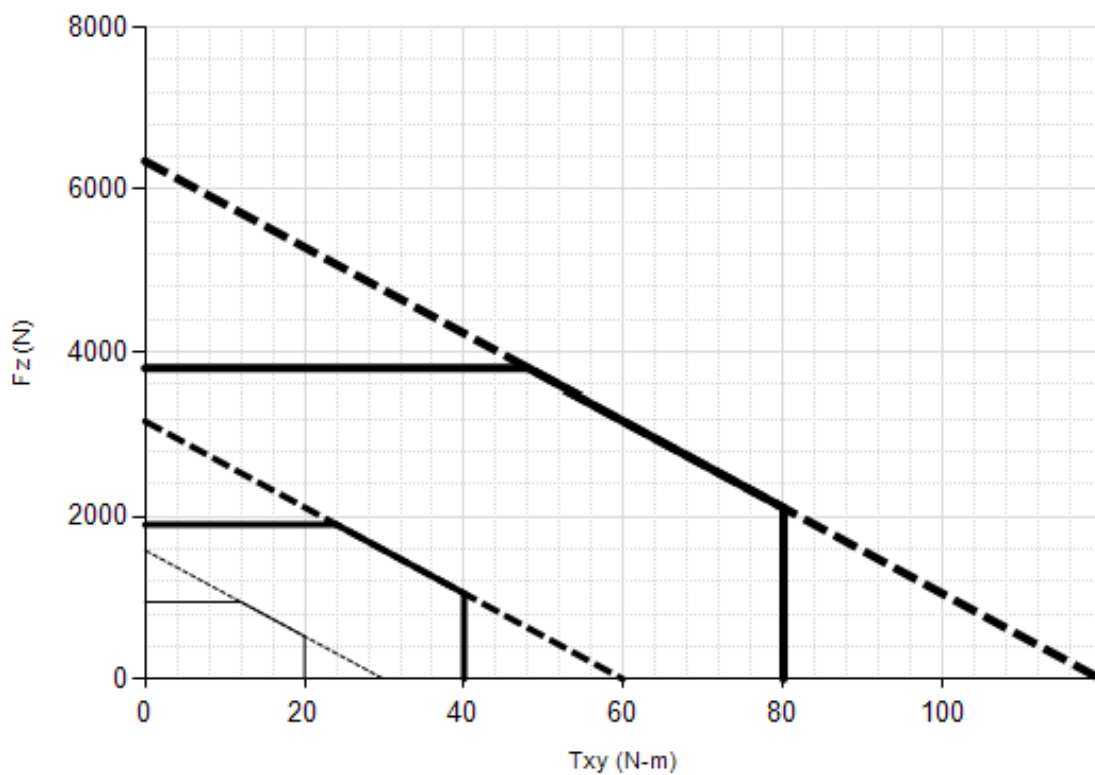
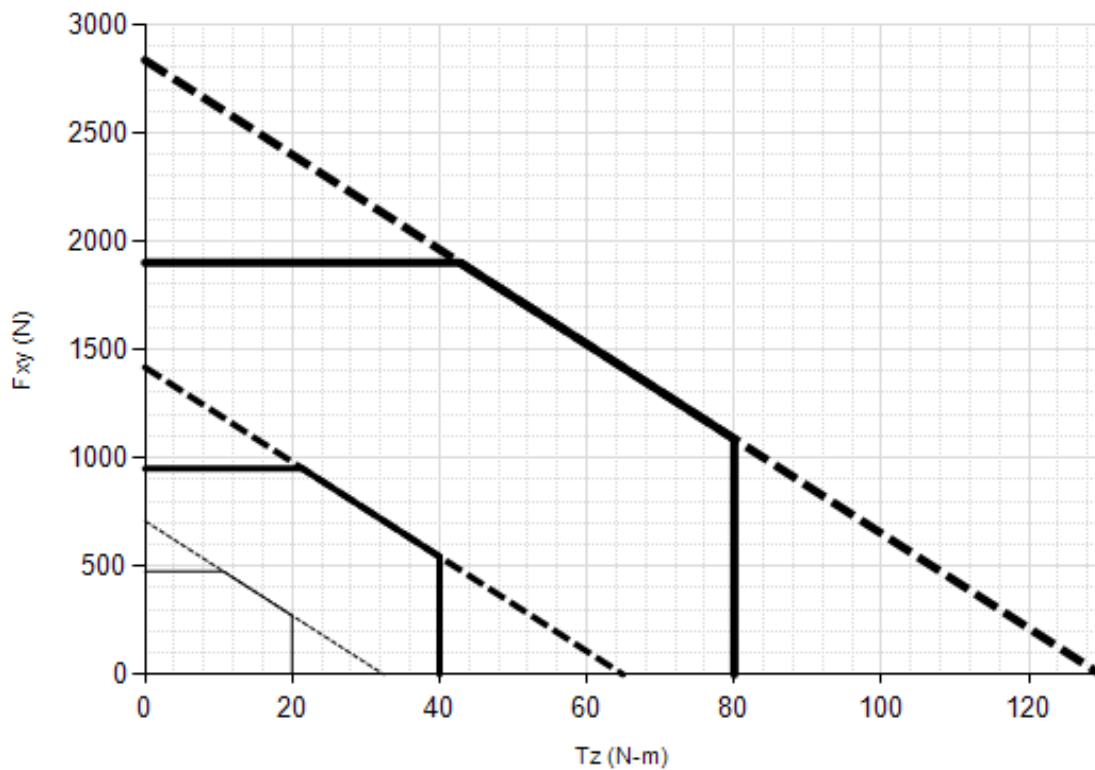
Tabla 5.41—Factor de transformación de la herramienta			
Sensor	Calibración	EE. UU. (inglés)	SI (métrico)
Mini85	US-105-185 / SI-475-20	0,00774 pulgadas/lbf	0,374 mm/N
Mini85	US-210-370 / SI-950-40	0,00762 pulgadas/lbf	0,374 mm/N
Mini85	US-420-740 / SI-1900-80	0,00762 pulgadas/libra-fuerza	0,374 mm/N

5.12.3 Mini85 (Carga compleja de calibración estadounidense) (Incluye IP60)



US-105-185
 US-210-370
 US-420-740

5.12.4 Mini85 (calibración SI con carga compleja) (incluye IP60)



□ SI-475-20

□ SI-950-40

□ SI-1900-80

5.13 Especificaciones de la serie Gamma (incluye versiones IP60/IP65/IP68)

Tabla 5.42—Propiedades físicas de Gamma		
Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	(SI) Unidades métricas
Fxy	±280 lbf	±1200 N
Fz	±930 lbf	±4100 N
Txy	±700 inf-lb	±79 Nm
Tz	±730 inf-lb	±82 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	5,2×10 ⁴ lb/pulg	9,1×10 ⁶ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	1,0×10 ⁵ lb/pulg	1,8×10 ⁷ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	9,3×10 ⁴ lbf-in/rad	1,1×10 ⁴ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	1,4×10 ⁵ lbf-in/rad	1,6×10 ⁴ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	1400 Hz	1400 Hz
Fz, Tx, Ty	2000 Hz	2000 Hz
Especificaciones físicas		
Peso ¹	0,562 lb	0,255 kg
Diámetro ¹	2,97 pulgadas	75,4 mm
Altura ¹	1,31 pulgadas	33,3 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		

Tabla 5.43—Propiedades físicas del Gamma IP60		
Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	(SI) Unidades métricas
Fxy	±280 lbf	±1200 N
Fz	±930 lbf	±4100 N
Txy	±700 inf-lb	±79 Nm
Tz	±730 inf-lb	±82 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	5,2×10 ⁴ lb/pulg	9,1×10 ⁶ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	1,0×10 ⁵ lb/pulg	1,8×10 ⁷ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	9,3×10 ⁴ lbf-in/rad	1,1 × 10 ⁴ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	1,4×10 ⁵ lbf-in/rad	1,6×10 ⁴ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	1200 Hz	1200 Hz
Fz, Tx, Ty	1200 Hz	1200 Hz
Especificaciones físicas		
Peso ¹	1,03 lb	0,467 kg
Diámetro ¹	3,9 pulgadas	99,1 mm
Altura ¹	1,56 pulgadas	39,6 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		

Tabla 5.44—Propiedades físicas del Gamma IP65

Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	(SI) Unidades métricas
Fxy	±280 lbf	±1200 N
Fz	±930 lbf	±4100 N
Txy	±700 inf-lb	±79 Nm
Tz	±730 inf-lb	±82 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	5,2×10 ⁴ lb/pulg	9,1×10 ⁶ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	1,0 × 10 ⁵ lb/pulg	1,8×10 ⁷ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	9,3×10 ⁴ lbf-in/rad	1,1×10 ⁴ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	1,4×10 ⁵ lbf-in/rad	1,6×10 ⁴ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	1000 Hz	1000 Hz
Fz, Tx, Ty	970 Hz	970 Hz
Especificaciones físicas		
Peso ¹	2,4 lb	1,09 kg
Diámetro ¹	4,37 pulgadas	111 mm
Altura ¹	2,06 pulgadas	52,3 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		

Tabla 5.45: Propiedades físicas del Gamma IP68

Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	(SI) Unidades métricas
Fxy	±280 lbf	±1200 N
Fz	±930 lbf	±4100 N
Txy	±700 inf-lb	±79 Nm
Tz	±730 inf-lb	±82 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	5,2×10 ⁴ lb/pulg	9,1×10 ⁶ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	1,0×10 ⁵ lb/pulg	1,8×10 ⁷ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	9,3×10 ⁴ lbf-in/rad	1,1 × 10 ⁴ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	1,4×10 ⁵ lbf-in/rad	1,6×10 ⁴ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	1250 Hz	1250 Hz
Fz, Tx, Ty	940 Hz	940 Hz
Especificaciones físicas		
Peso ¹	4,37 lb	1,98 kg
Diámetro ¹	4,37 pulgadas	111 mm
Altura ¹	2,06 pulgadas	52,3 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		



PRECAUCIÓN: Cuando están sumergidos, los transductores IP68 presentan una disminución del rango Fz relacionada con la profundidad de inmersión. Esta pérdida es el resultado de la precarga inducida por la presión sobre el transductor. La precarga puede enmascarse polarizando el transductor a la profundidad antes de aplicar la carga que se va a medir. Las siguientes estimaciones corresponden a agua dulce a temperatura ambiente a nivel del mar.

Profundidad de inmersión		
Gamma IP68	EE. UU.	Métrica
Precarga Fz a 4 m de profundidad	-42,9 lb	-191 N
Precarga Fz a otras profundidades	-3,27 lb/pie × profundidad en pies	-47,4 N/m × profundidad en metros

5.13.1 Especificaciones de calibración

Tabla 5.46— Calibraciones de gamma ^{1,2}

Sensor	(EE. UU.) Estándar Calibración	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Gamma	US-7,5-25	7,5	25	25	25	1/640	1/320	1/320	1/320
Gamma	US-15-50	15	50	50	50	1/320	1/160	1/160	1/160
Gamma	US-30-100	30	100	100	100	1/160	1/80	1/80	1/80
Sensor	(SI) Métrico Calibración	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Gamma	SI-32-2,5	32	100	2,5	2,5	1/160	1/80	1/2000	1/2000
Gamma	SI-65-5	65	200	5	5	1/80	1/40	10/13333	10/13333
Gamma	SI-130-10	130	400	10	10	1/40	1/20	1/800	1/800
		Rangos de detección				Resolución (DAQ, Net F/T) ⁴			

Notas:

1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar cuatro recuentos de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T mida correctamente.
3. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.
4. Las resoluciones de DAQ son típicas de un sistema de adquisición de datos de 16 bits.

Tabla 5.47: Calibraciones del Gamma Gen 3 ^{(1),2}

Sensor	(SI) Métrica Calibración	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Gamma	SI-32-2,5	32	100	2,5	2,5	63/10 000	1/80	3/10 000	3/10 000
Gamma	SI-65-5	65	200	5	5	63/10 000	1/80	3/10 000	3/10000
Gamma	SI-130-10	130	400	10	10	63/10 000	1/80	3/10 000	3/10 000
		Rangos de detección				Resolución (NETrs F/T)			

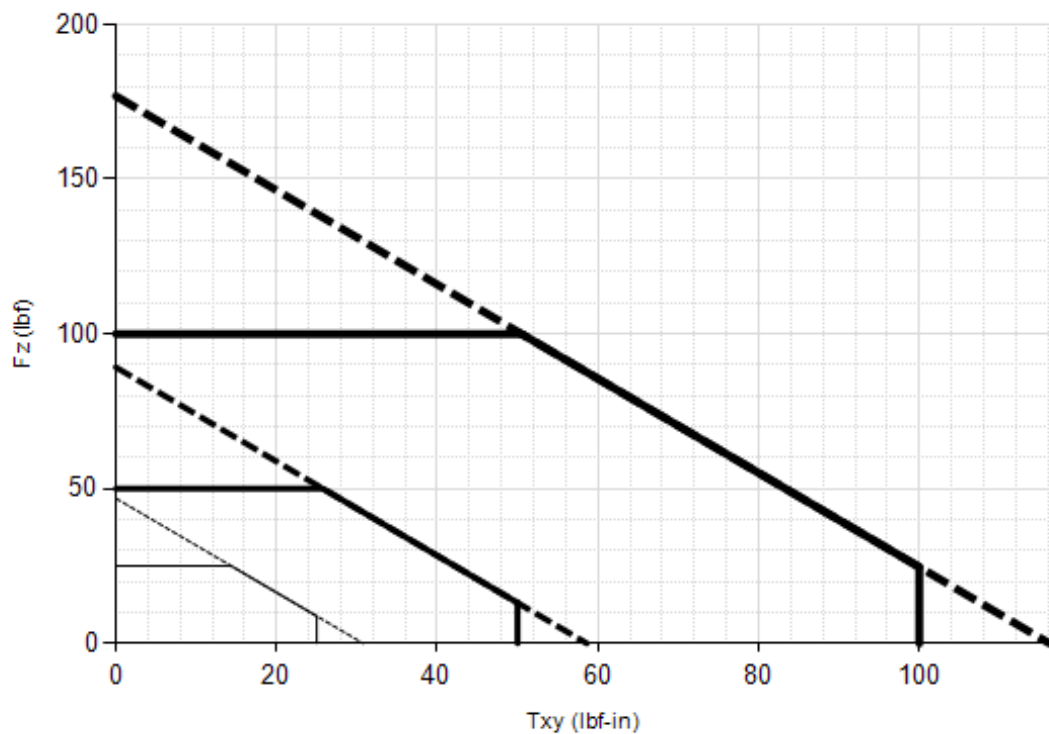
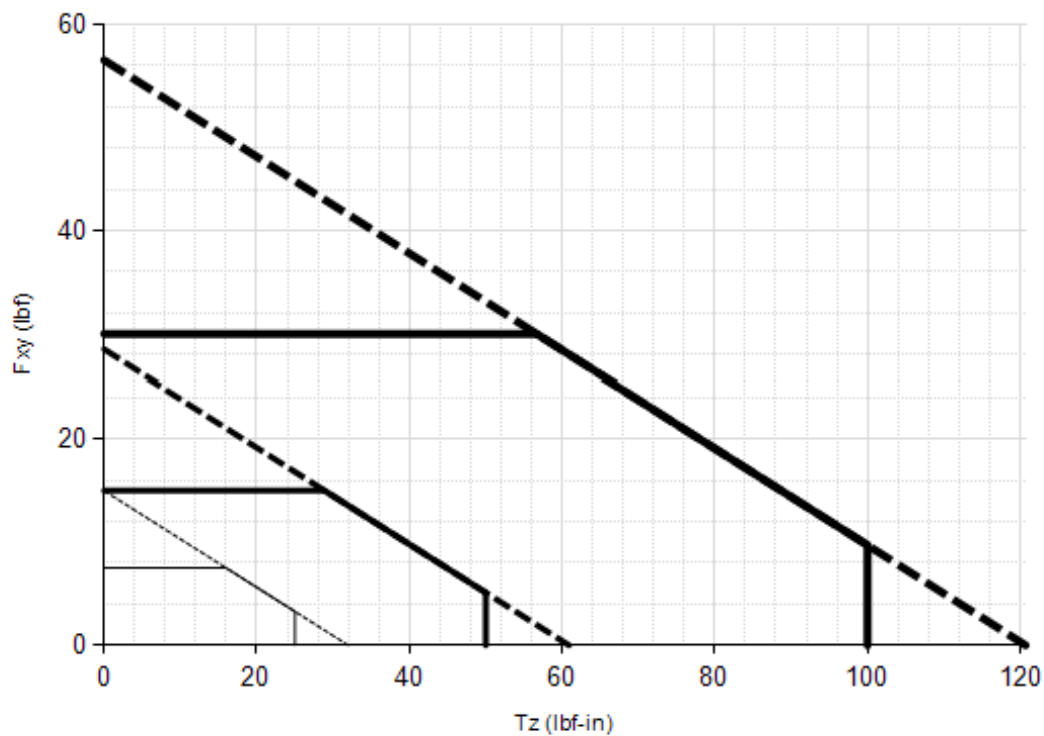
Notas:

1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar cuatro recuentos de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T realice una medición correcta.
3. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.

5.13.2 Factor de transformación de la herramienta

Tabla 5.48—Factor de transformación de la herramienta			
Sensor	Calibración	EE. UU. (inglés)	SI (métrico)
Gamma	US-7,5–25 / SI-32–2,5	0,01 pulgadas/lbf	0,8 mm/N
Gamma	US-15–50 / SI-65–5	0,01 pulgadas/libra-fuerza	0,6 mm/N
Gamma	US-30–100 / SI-130–10	0,01 pulgadas/libra-fuerza	0,5 mm/N

5.13.3 Gamma (carga compleja de calibración de EE. UU.) (Incluye IP60/IP65/IP68)



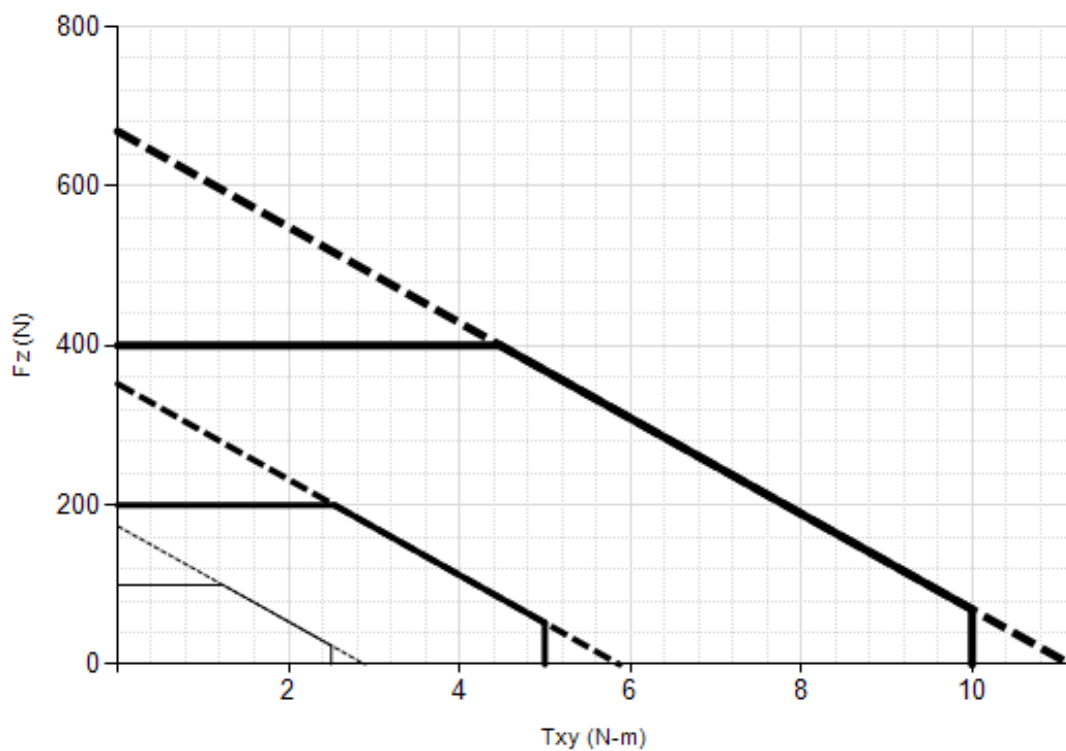
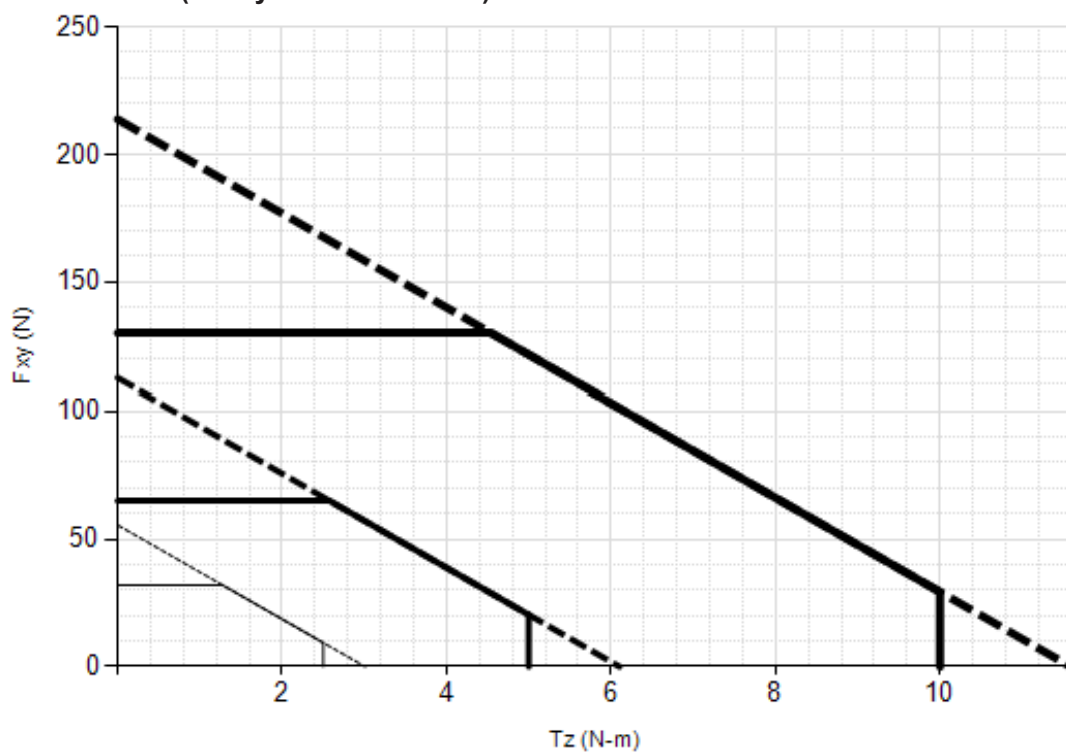
— US-7,5-25

— US-15-50

— US-30-100

Nota: 1. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.

5.13.4 Gamma (carga compleja de calibración SI) (incluye IP60/IP65/IP68)¹



SI-32-2,5

SI-65-5

SI-130-10

Nota: 1. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.

5.14 Especificaciones de Delta (incluye versiones IP60/IP65/IP68)

Tabla 5.49: Propiedades físicas de Delta		
Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	Unidades métricas (SI)
Fxy	±840 lbf	±3700 N
Fz	±2300 lbf	±10 000 N
Txy	±2500 inf-lb	±280 Nm
Tz	±3600 inf-lb	±400 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	$2,0 \times 10^5$ lb/pulg	$3,6 \times 10^7$ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	$3,4 \times 10^5$ lb/pulg	$5,9 \times 10^7$ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	$4,6 \times 10^5$ lbf-in/rad	$5,2 \times 10^4$ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	$8,1 \times 10^5$ lbf-in/rad	$9,1 \times 10^4$ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	1500 Hz	1500 Hz
Fz, Tx, Ty	1700 Hz	1700 Hz
Especificaciones físicas		
Peso ¹	2,01 lb	0,913 kg
Diámetro ¹	3,72 pulgadas	94,5 mm
Altura ¹	1,31 pulgadas	33,3 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		

Tabla 5.50—Propiedades físicas del Delta IP60		
Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	(SI) Unidades métricas
Fxy	±840 lbf	±3700 N
Fz	±2300 lbf	±10 000 N
Txy	±2500 inf-lb	±280 Nm
Tz	±3600 inf-lb	±400 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	$2,0 \times 10^5$ lb/pulg	$3,6 \times 10^7$ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	$3,4 \times 10^5$ lb/pulg	$5,9 \times 10^7$ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	$4,6 \times 10^5$ lbf-in/rad	$5,2 \times 10^4$ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	$8,1 \times 10^5$ lbf-in/rad	$9,1 \times 10^4$ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	1100 Hz	1100 Hz
Fz, Tx, Ty	1100 Hz	1100 Hz
Especificaciones físicas		
Peso ¹	4 lb	1,81 kg
Diámetro ¹	4,6 pulgadas	117 mm
Altura ¹	1,85 pulgadas	47,1 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		

Tabla 5.51—Propiedades físicas del Delta IP65		
Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	(SI) Unidades métricas
Fxy	±840 lbf	±3700 N
Fz	±2300 lbf	±10 000 N
Txy	±2500 inf-lb	±280 Nm
Tz	±3600 inf-lb	±400 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	2,0×10 ⁵ lb/pulg	3,6×10 ⁷ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	3,4×10 ⁵ lb/pulg	5,9×10 ⁷ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	4,6×10 ⁵ lbf-in/rad	5,2×10 ⁴ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	8,1 x 10 ⁵ lbf-in/rad	9,1×10 ⁴ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	880 Hz	880 Hz
Fz, Tx, Ty	920 Hz	920 Hz
Especificaciones físicas		
Peso ¹	3,91 lb	1,77 kg
Diámetro ¹	4,96 pulgadas	126 mm
Altura ¹	2,06 pulgadas	52,2 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		

Tabla 5.52: Propiedades físicas del Delta IP68		
Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	(SI) Unidades métricas
Fxy	±840 lbf	±3700 N
Fz	±2300 lbf	±10 000 N
Txy	±2500 inf-lb	±280 Nm
Tz	±3600 inf-lb	±400 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	2,0x10 ⁵ lb/pulgada	3,6 × 10 ⁷ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	3,4×10 ⁵ lb/pulg	5,9×10 ⁷ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	4,6x10 ⁵ lbf-in/rad	5,2x10 ⁴ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	8,1×10 ⁵ lbf-in/rad	9,1 × 10 ⁴ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	950 Hz	950 Hz
Fz, Tx, Ty	960 Hz	960 Hz
Especificaciones físicas		
Peso ¹	5,8 lb	2,63 kg
Diámetro ¹	4 pulgadas	102 mm
Altura ¹	2,06 pulgadas	52,2 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		



PRECAUCIÓN: Cuando están sumergidos, los transductores IP68 presentan una disminución del rango Fz relacionada con la profundidad de inmersión. Esta pérdida se debe a la precarga inducida por la presión que se ejerce sobre el transductor. La precarga puede enmascarse polarizando el transductor a la profundidad antes de aplicar la carga que se va a medir. Las siguientes estimaciones corresponden a agua dulce a temperatura ambiente a nivel del mar.

Profundidad de inmersión		
IP68 Delta	EE. UU.	Métrico
Precarga Fz a 10 m de profundidad	161 lb	716 N
Precarga Fz a otras profundidades	-4,9 lb/pie × profundidad en pies	-72 N/m × profundidadEnMetros

5.14.1 Especificaciones de calibración

Tabla 5.53— Calibraciones Delta^{1,2}

Sensor	(EE. UU.) Estándar Calibración	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Delta	US-50-150	50	150	150	150	1/128	1/64	3/128	1/64
Delta	US-75-300	75	225	300	300	1/64	1/32	3/64	1/32
Delta	US-150-600	150	450	600	600	1/32	1/16	3/32	1/16
Sensor	(SI) Métrico Calibración	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Delta	SI-165-15	165	495	15	15	1/32	1/16	1/528	1/528
Delta	SI-330-30	330	990	30	30	1/16	1/8	5/1333	5/1333
Delta	SI-660-60	660	1980	60	60	1/8	1/4	10/1333	10/1333
		Rangos de detección				Resolución (DAQ, Net F/T) ⁴			

Notas:

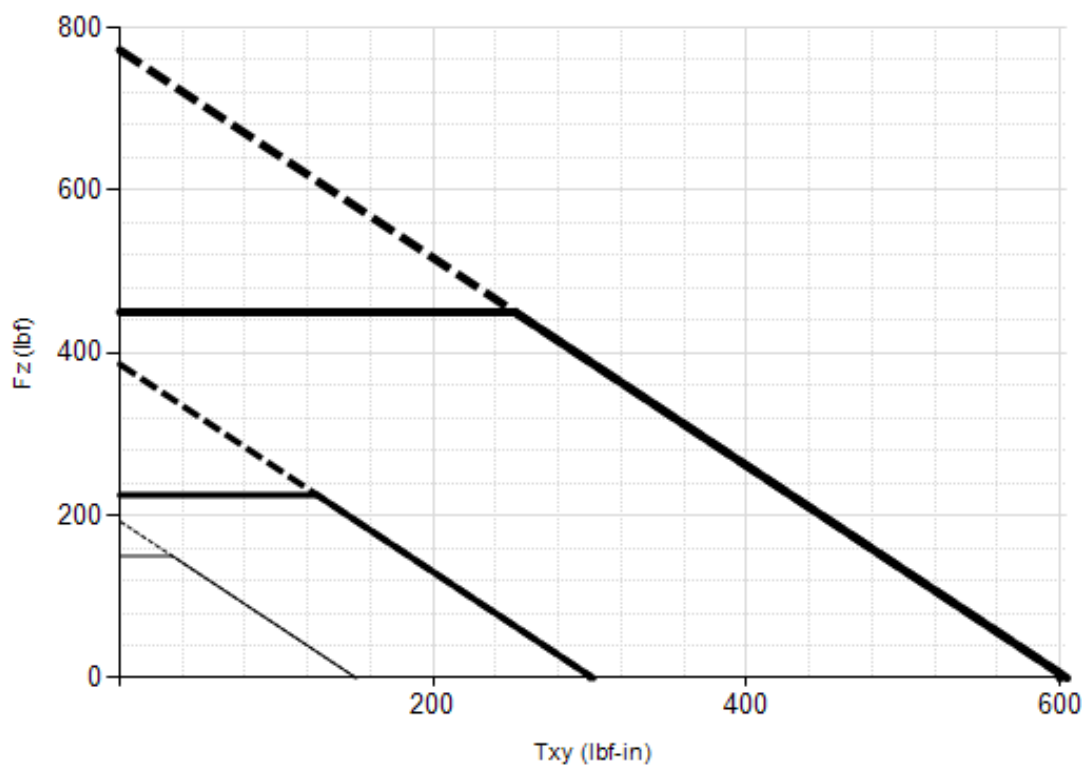
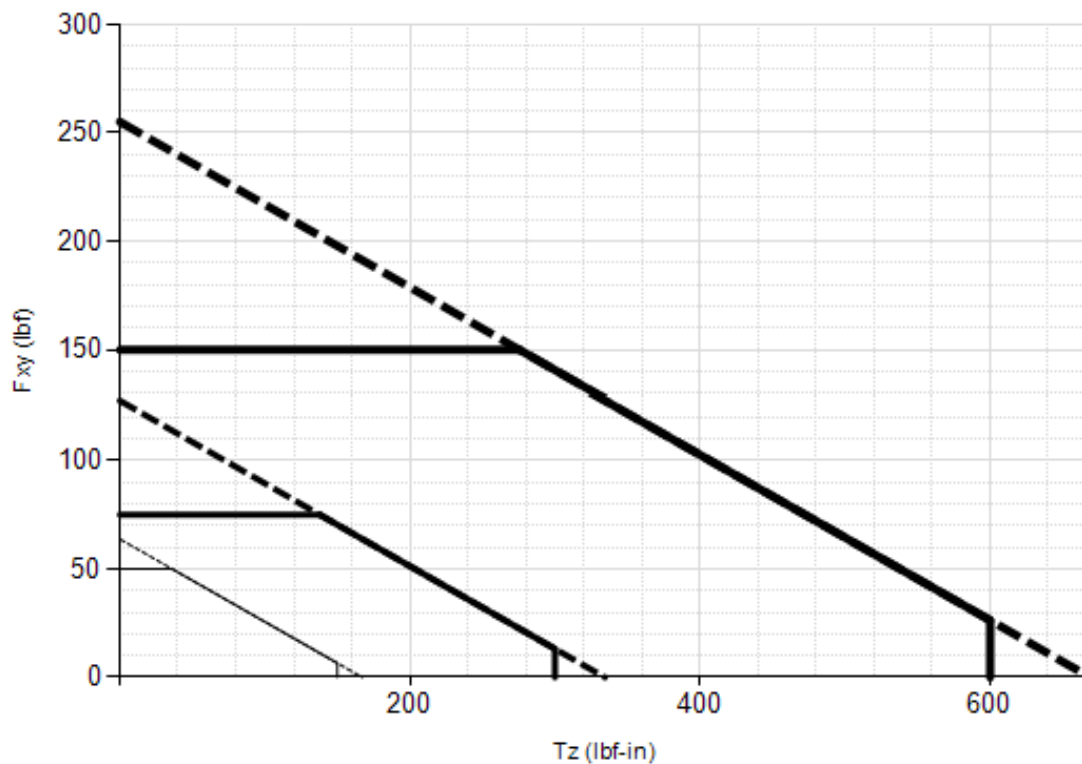
1. Las resoluciones del sistema aquí indicadas son la resolución efectiva tras descartar cuatro recuentos de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T mida correctamente.
3. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.
4. Las resoluciones DAQ son típicas de un sistema de adquisición de datos de 16 bits.

Tabla 5.54— Calibraciones de Delta Gen 3^{1,2}

Sensor	(SI) Métrico Calibración	Fx,Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Delta	SI-165-15	165	495	15	15	313/10 000	1/16	19/10 000	19/10 000
Delta	SI-330-30	330	990	30	30	313/10 000	1/16	19/10 000	19/10000
Delta	SI-660-60	660	1980	60	60	313/10 000	1/16	19/10 000	19/10 000
		Rangos de detección				Resolución (NETrs F/T)			

Notas:

1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar cuatro recuentos de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T realice una medición correcta.
3. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.



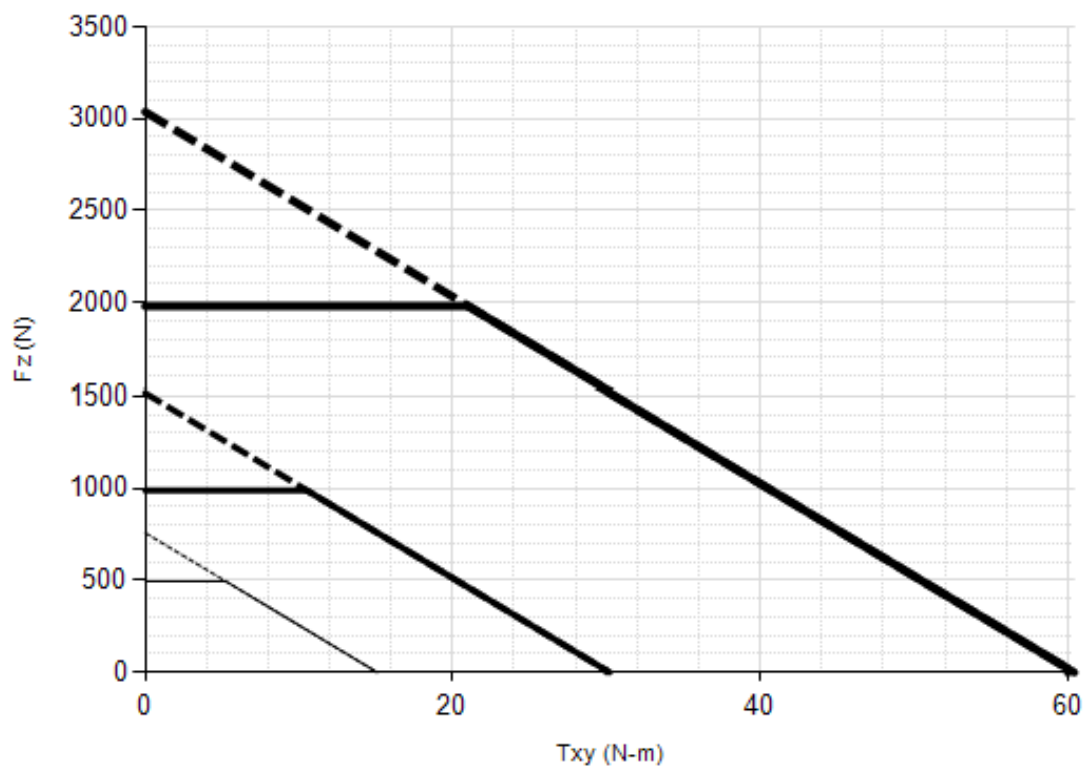
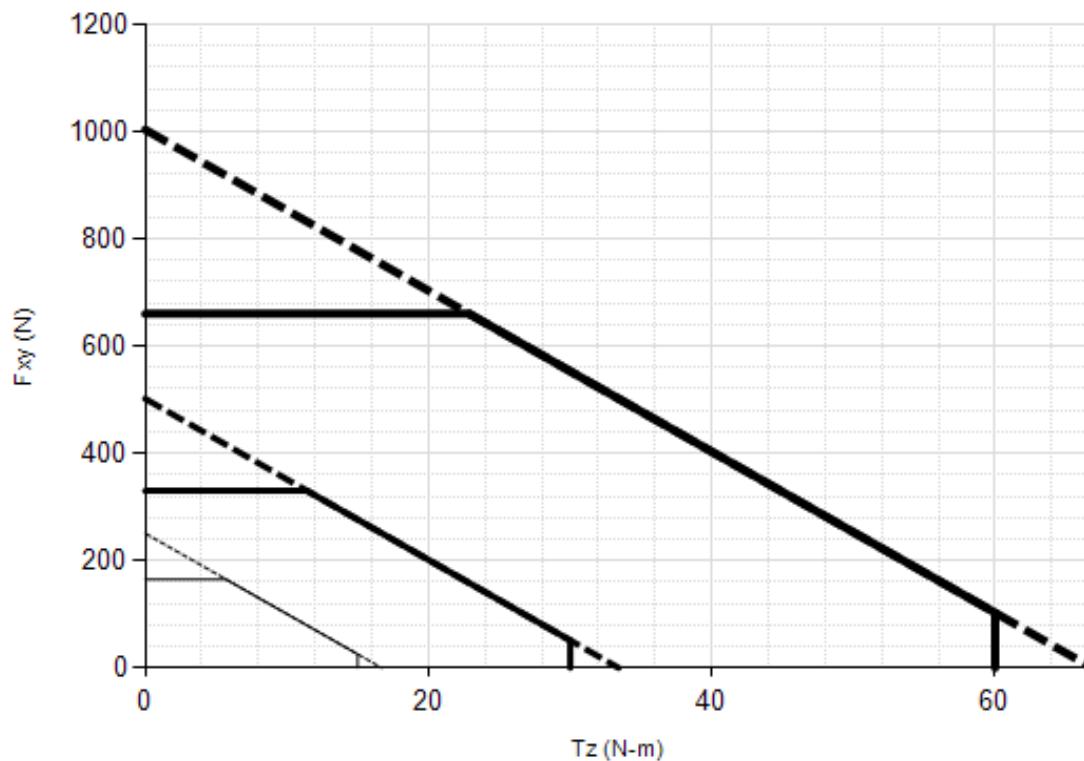
5.14.2 Delta (carga compleja de calibración de EE. UU.) (incluye IP60/IP65/IP68)'

— US-50-150

— US-75-300

— US-150-600

Nota: 1. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.



5.14.3 Delta (carga compleja de calibración SI) (incluye IP60/IP65/IP68)¹

— SI-165-15

— SI-330-30

— SI-660-60

5.15 Especificaciones de Theta (incluye las versiones IP60/IP65/IP68)

Tabla 5.55: Propiedades físicas de Theta		
Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	Unidades métricas (SI)
Fxy	±4500 lbf	±20 000 N
Fz	±11 000 lbf	±51 000 N
Txy	±18 000 inf-lb	±2000 Nm
Tz	±18 000 inf-lb	±2000 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	4,0×10 ⁵ lb/pulg	7,1×10 ⁷ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	6,9×10 ⁵ lb/pulg	1,2×10 ⁸ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	3,0×10 ⁶ lbf-in/rad	3,4 × 10 ⁵ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	4,7 × 10 ⁶ lbf-in/rad	5,3 × 10 ⁵ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	680 Hz	680 Hz
Fz, Tx, Ty	820 Hz	820 Hz
Especificaciones físicas		
Peso ¹	11 lb	4,99 kg
Diámetro ¹	6,1 pulgadas	155 mm
Altura ¹	2,41 pulgadas	61,1 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		

Tabla 5.56—Propiedades físicas del Theta IP60		
Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	(SI) Unidades métricas
Fxy	±4500 lbf	±20 000 N
Fz	±11 000 lbf	±51 000 N
Txy	±18 000 inf-lb	±2000 Nm
Tz	±18 000 inf-lb	±2000 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	4,0 × 10 ⁵ lb/pulg	7,1×10 ⁷ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	6,9×10 ⁵ lb/pulg	1,2×10 ⁸ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	3,0×10 ⁶ lbf-in/rad	3,4 × 10 ⁵ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	4,7×10 ⁶ lbf-in/rad	5,3×10 ⁵ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	N/A	N/A
Fz, Tx, Ty	N/A	N/A
Especificaciones físicas		
Peso ¹	19 lb	8,62 kg
Diámetro ¹	7,63 pulgadas	194 mm
Altura ¹	2,91 pulgadas	74 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		

Tabla 5.57—Propiedades físicas de Theta IP65/IP68		
Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	(SI) Unidades métricas
Fxy	±4500 lbf	±20 000 N
Fz	±11 000 lbf	±51 000 N
Txy	±18 000 inf-lb	±2000 Nm
Tz	±18 000 inf-lb	±2000 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	$4,0 \times 10^5$ lb/pulg	$7,1 \times 10^7$ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	$6,9 \times 10^5$ lb/pulg	$1,2 \times 10^8$ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	$3,0 \times 10^6$ lbf-in/rad	$3,4 \times 10^5$ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	$4,7 \times 10^6$ lbf-in/rad	$5,3 \times 10^5$ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	N/A	N/A
Fz, Tx, Ty	N/A	N/A
Especificaciones físicas		
Peso ¹	19,8 lb	9 kg
Diámetro ¹	6,41 pulgadas	163 mm
Altura ¹	2,95 pulgadas	74,8 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		



PRECAUCIÓN: Cuando están sumergidos, los transductores IP68 presentan una disminución del rango Fz relacionada con la profundidad de inmersión. Esta pérdida es el resultado de la precarga inducida por la presión sobre el transductor. La precarga puede enmascarse polarizando el transductor a la profundidad antes de aplicar la carga que se va a medir. Las siguientes estimaciones corresponden a agua dulce a temperatura ambiente a nivel del mar.

Profundidad de inmersión		
IP68 Theta	EE. UU.	Métrica
Precarga Fz a 10 m de profundidad	429 lb	1907 N
Precarga Fz a otras profundidades	-13 lb/pie × profundidad en pies	-191 N/m × profundidadEnMetros

5.15.1 Especificaciones de calibración

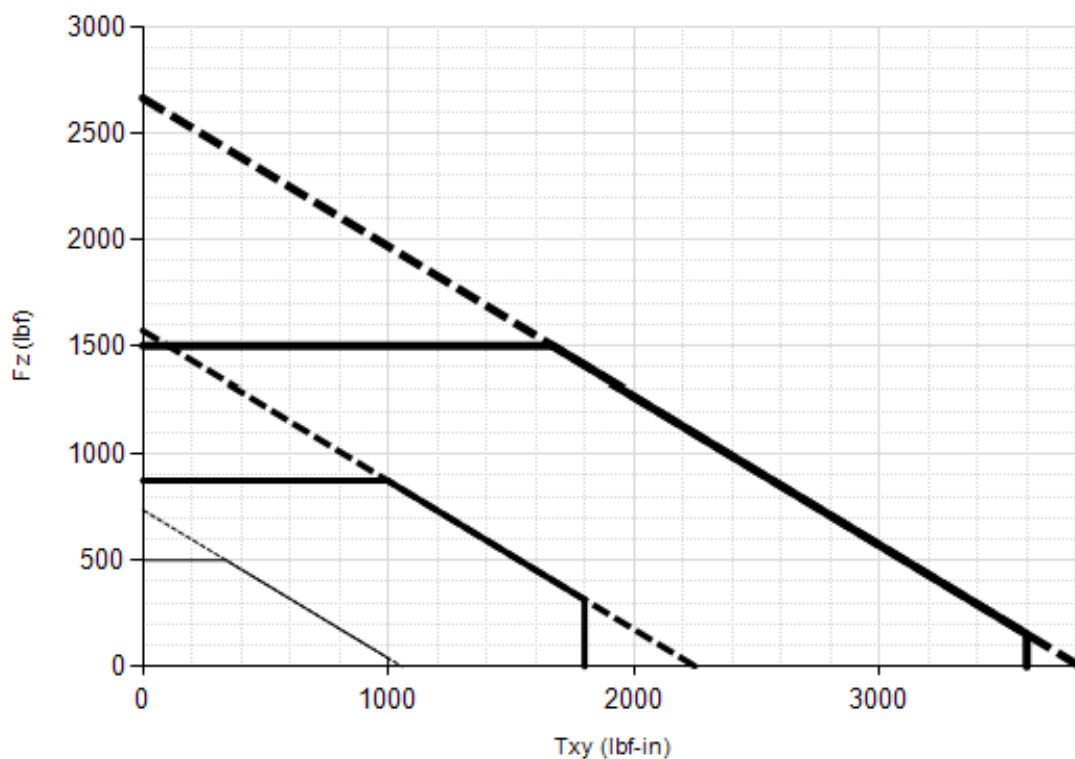
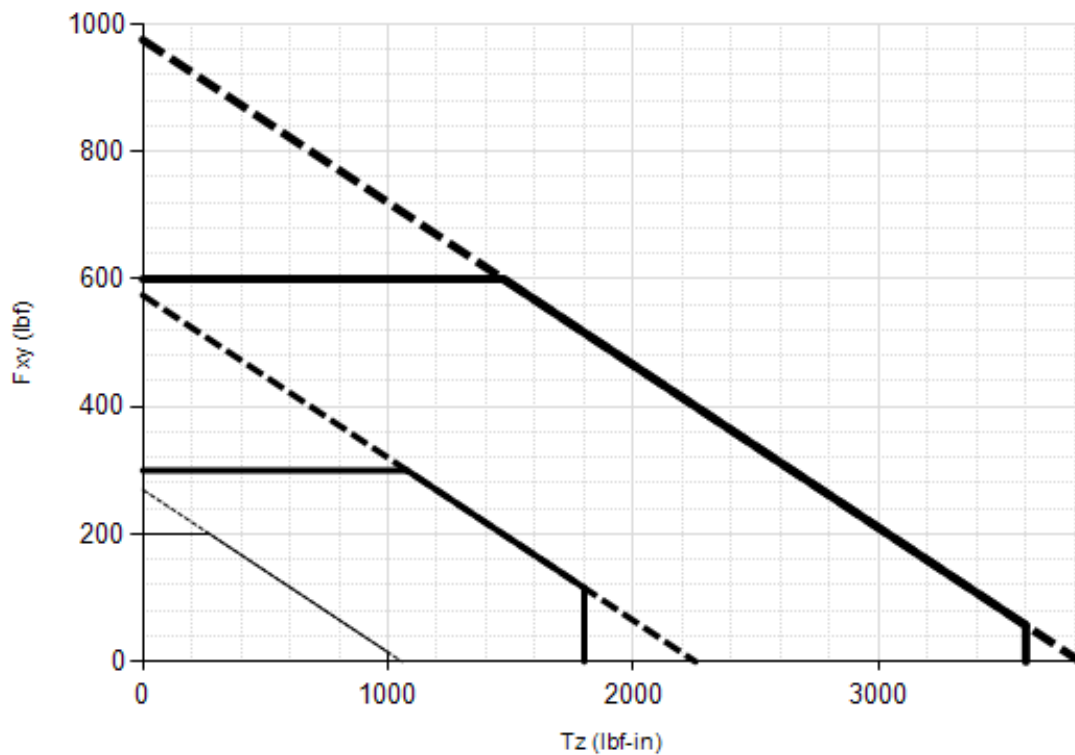
Tabla 5.58— Calibraciones de Theta ^{1,2}									
Sensor	(EE. UU.) Estándar Calibración	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Theta	US-200-1000	200	500	1000	1000	1/32	1/16	1/8	1/8
Theta	US-300-1800	300	875	1800	1800	5/68	5/34	5/16	5/16
Theta	US-600-3600	600	1500	3600	3600	1/8	1/4	1/2	1/2
Sensor	(SI) Métrico Calibración	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Theta	SI-1000-120	1000	2500	120	120	1/4	1/4	1/40	1/80
Theta	SI-1500-240	1500	3750	240	240	1/2	1/2	1/20	1/40
Theta	SI-2500-400	2500	6250	400	400	1/2	1	1/20	1/20
		Rangos de detección				Resolución (DAQ, F/T neto) ⁴			

Notas:

1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar cuatro recuentos de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T mida correctamente.
3. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.
4. Las resoluciones de DAQ son típicas de un sistema de adquisición de datos de 16 bits.

5.15.2 Factor de transformación de la herramienta

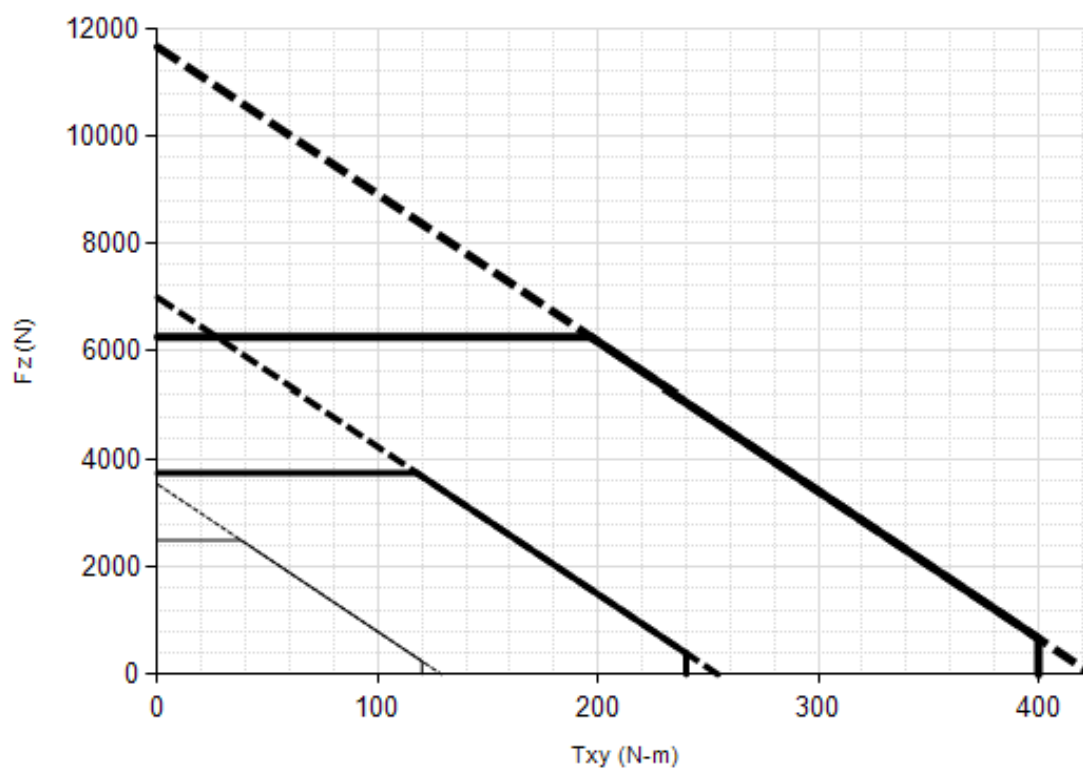
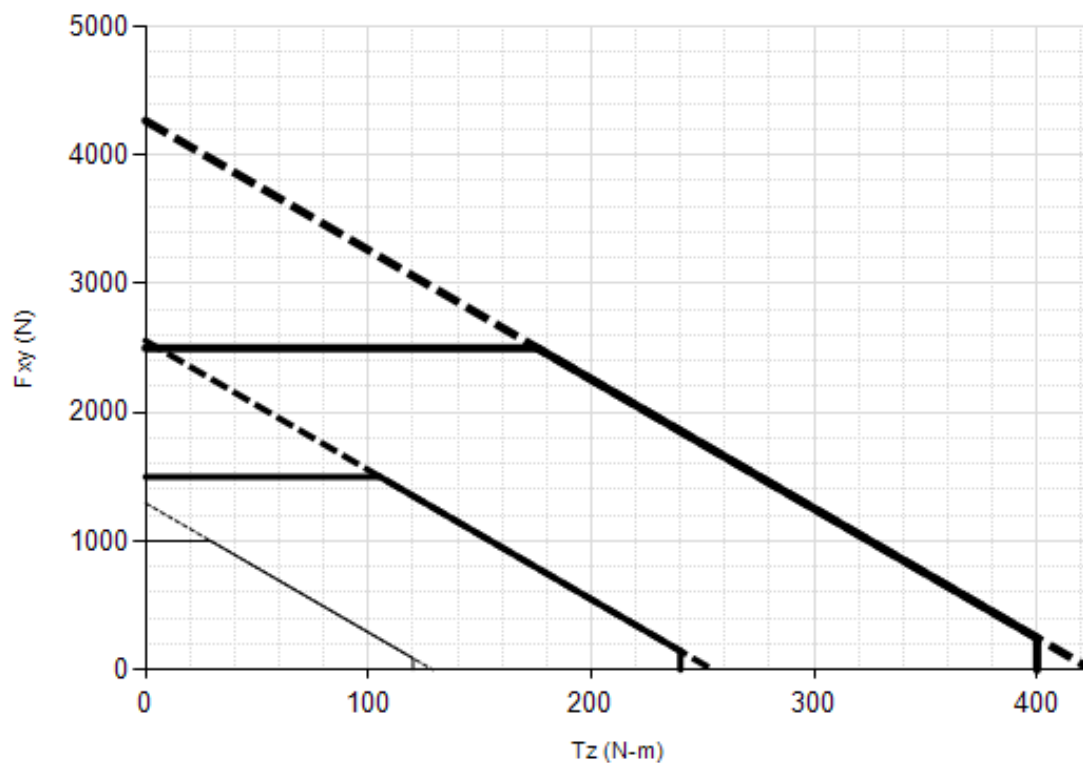
Tabla 5.59 — Factor de transformación de la herramienta			
Sensor	Calibración	EE. UU. (inglés)	SI (métrico)
Theta	US-200–1000 / SI-1000–120	0,02 pulgadas/lbf	1 mm/N
Theta	US-300–1800 / SI-1500–240	0,0425 pulgadas/libra-fuerza	1 mm/N
Theta	US-600–3600 / SI-2500–400	0,02 pulgadas/lbf	2 mm/N



5.15.3 Theta (carga compleja de calibración de EE. UU.) (incluye IP60/IP65/IP68)¹

US-200-1000
 US-300-1800
 US-600-3600

Nota: 1. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.



5.15.4 Theta (carga compleja de calibración SI) (incluye IP60/IP65/IP68)¹

SI-1000-120
 SI-1500-240
 SI-2500-400

5.16 Especificaciones del Omega85 (incluye las versiones IP60/IP65/IP68)

Tabla 5.60: Propiedades físicas del Omega85		
Sobrecarga uniaxial	(EE. UU.) Unidades estándar	Unidades métricas (SI)
Fxy	±2800 lbf	±13 000 N
Fz	±6100 lbf	±27 000 N
Txy	±4400 inf-lb	±500 Nm
Tz	±5400 inf-lb	±610 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	4,4×10 ⁵ lb/pulg	7,7×10 ⁷ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	6,8×10 ⁵ lb/pulg	1,2×10 ⁸ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	7,2×10 ⁵ lbf-in/rad	8,1×10 ⁴ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	1,2×10 ⁶ lbf-in/rad	1,3×10 ⁵ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	2100 Hz	2100 Hz
Fz, Tx, Ty	3000 Hz	3000 Hz
Especificaciones físicas		
Peso ¹	1,45 lb	0,658 kg
Diámetro ¹	3,35 pulgadas	85,1 mm
Altura ¹	1,32 pulgadas	33,4 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		

Tabla 5.61—Propiedades físicas del Omega85 IP65/IP68		
Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	(SI) Unidades métricas
Fxy	±2800 lbf	±13 000 N
Fz	±6100 lbf	±27 000 N
Txy	±4400 inf-lb	±500 Nm
Tz	±5400 inf-lb	±610 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	4,4×10 ⁵ lb/pulg	7,7×10 ⁷ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	6,8×10 ⁵ lb/pulg	1,2×10 ⁸ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	7,2×10 ⁵ lbf-in/rad	8,1 x 10 ⁴ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	1,2×10 ⁶ lbf-in/rad	1,3×10 ⁵ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	N/A	N/A
Fz, Tx, Ty	N/A	N/A
Especificaciones físicas		
Peso ¹	4,2 lb	1,91 kg
Diámetro ¹	3,65 pulgadas	92,7 mm
Altura ¹	1,52 pulgadas	38,7 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		



PRECAUCIÓN: Cuando están sumergidos, los transductores IP68 presentan una disminución del rango Fz relacionada con la profundidad de inmersión. Esta pérdida es el resultado de la precarga inducida por la presión sobre el transductor. La precarga puede ser enmascarada al polarizar el transductor a la profundidad correspondiente antes de aplicar la carga que se va a medir. Las siguientes estimaciones corresponden al agua dulce a temperatura ambiente y al nivel del mar.

Profundidad de inmersión		
IP68 Omega85	EE. UU.	Métrico
Precarga Fz a 10 m de profundidad	128 lb	570 N
Precarga Fz a otras profundidades	-3,9 lb/pie × profundidad en pies	-57 N/m × profundidadEnMetros

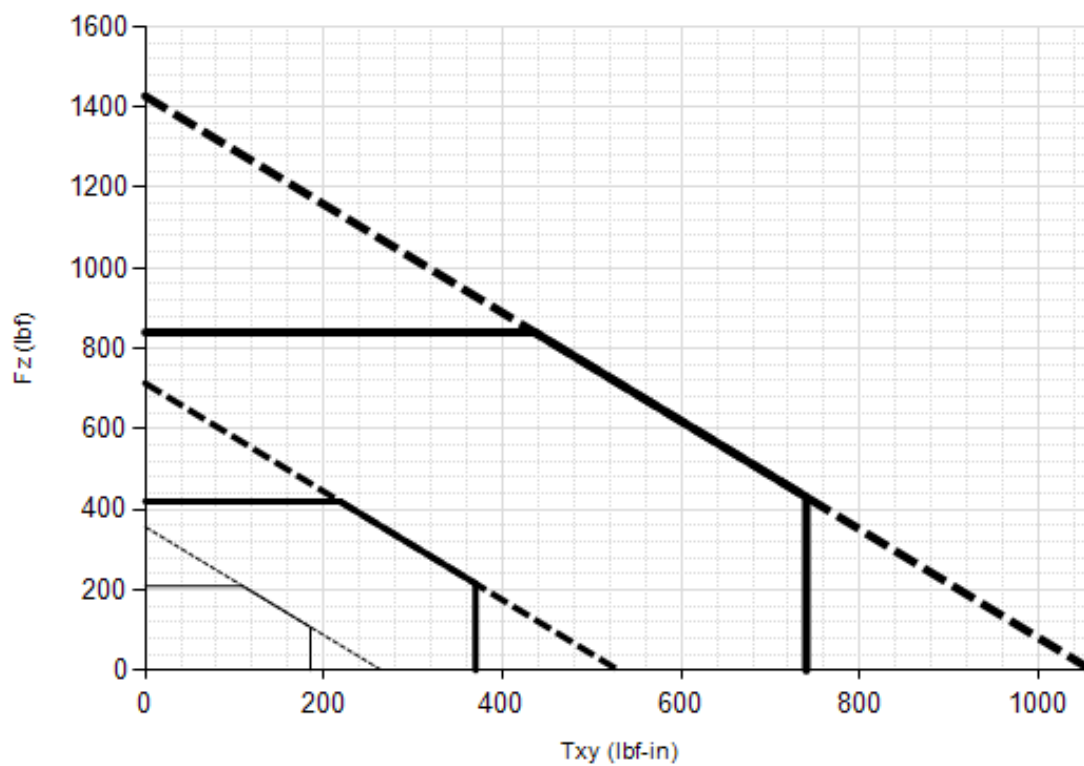
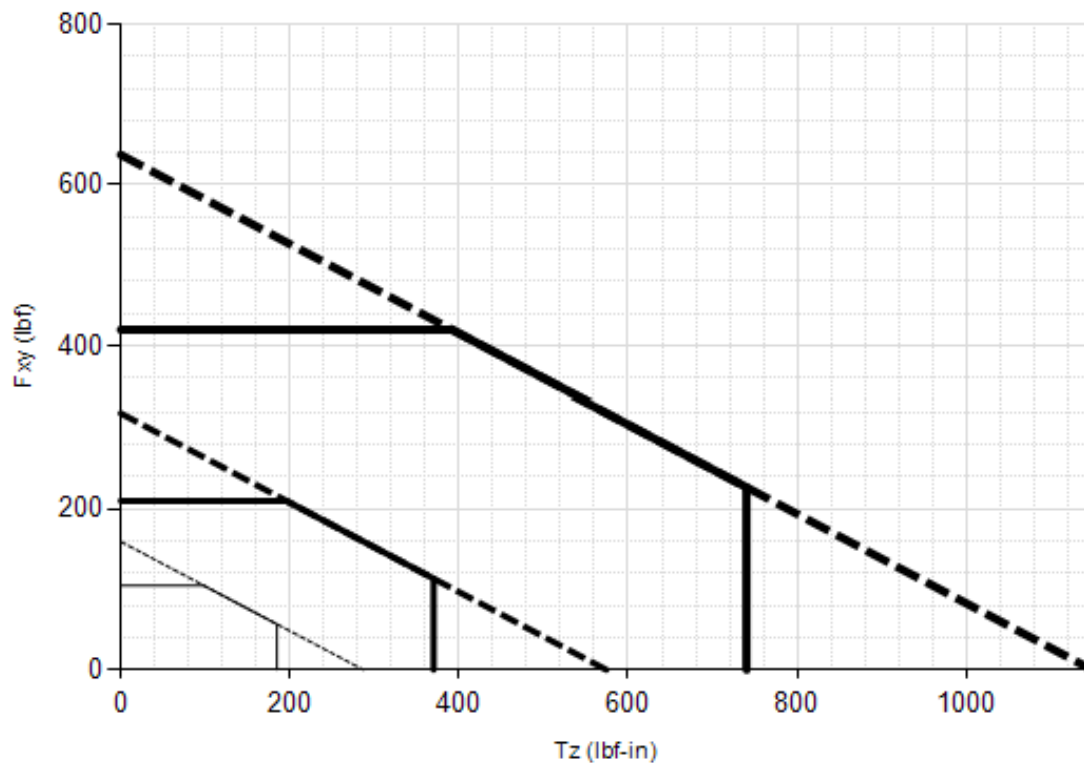
5.16.1 Especificaciones de calibración

Tabla 5.62— Calibraciones del Omega85 ^{1,2}									
Sensor	(EE. UU.) Estándar Calibración	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Omega85	US-105-185	105	210	185	185	1/52	3/130	3/112	1/48
Omega85	US-210-370	210	420	370	370	5/128	3/64	3/56	1/24
Omega85	US-420-740	420	840	740	740	5/64	3/32	3/28	1/12
Sensor	(SI) Métrico Calibración	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Omega85	SI-475-20	475	950	20	20	14/1	28/3	14 de mayo de 1996	29/7/92
Omega85	SI-950-40	950	1900	40	40	1/7	3/14	5/748	7/1496
Omega85	SI-1900-80	1900	3800	80	80	2/7	3/7	5/374	7/748
		Rangos de detección				Resolución (DAQ, F/T neto) ⁴			

Notas:

1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar cuatro recuentos de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante el filtrado.
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T mida correctamente.
3. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.
4. Las resoluciones DAQ son las típicas de un sistema de adquisición de datos de 16 bits.

AVISO: El Omega85 no admite una placa multiplexora integrada, por lo que no se puede utilizar con el controlador F/T. Para los sistemas de controlador F/T, recomendamos el Mini85.



5.16.2 Omega85 (calibración estadounidense con carga compleja) (incluye IP65/IP68) ¹

US-105-185
 US-210-370
 US-420-740

5.17 Especificaciones del Omega160 (incluye versiones IP60/IP65/IP68)

AVISO: Para las versiones de transductor sin orificio pasante y sin clasificación IP, utilice una placa adaptadora metálica que cubra el orificio central.

Tabla 5.63: Propiedades físicas del Omega160

Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	(SI) Unidades métricas
Fxy	±3900 lbf	±18 000 N
Fz	±11 000 lbf	±48 000 N
Txy	±15 000 inf-lb	±1700 Nm
Tz	±17 000 inf-lb	±1900 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	$4,0 \times 10^5$ lb/pulg	$7,0 \times 10^7$ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	$6,8 \times 10^5$ lb/pulg	$1,2 \times 10^8$ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	$2,9 \times 10^6$ lbf-in/rad	$3,3 \times 10^5$ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	$4,6 \times 10^6$ lbf-in/rad	$5,2 \times 10^5$ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	1300 Hz	1300 Hz
Fz, Tx, Ty	1000 Hz	1000 Hz
Especificaciones físicas		
Peso ¹	6 lb	2,72 kg
Diámetro ¹	15,7 cm	157 mm
Altura ¹	2,2 pulgadas	55,9 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		

Tabla 5.64—Propiedades físicas del Omega160 IP160

Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	(SI) Unidades métricas
Fxy	±3900 lbf	±18 000 N
Fz	±11 000 lbf	±48 000 N
Txy	±15 000 inf-lb	±1700 Nm
Tz	±17 000 inf-lb	±1900 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	$4,0 \times 10^5$ lb/pulg	$7,0 \times 10^7$ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	$6,8 \times 10^5$ lb/pulg	$1,2 \times 10^8$ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	$2,9 \times 10^6$ lbf-in/rad	$3,3 \times 10^5$ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	$4,6 \times 10^6$ lbf-in/rad	$5,2 \times 10^5$ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	1100 Hz	1100 Hz
Fz, Tx, Ty	1000 Hz	1000 Hz
Especificaciones físicas		
Peso ¹	16,9 lb	7,67 kg
Diámetro ¹	7,63 pulgadas	194 mm
Altura ¹	2,27 pulgadas	57,7 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		

Tabla 5.65—Propiedades físicas del Omega160 IP65/IP68		
Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	(SI) Unidades métricas
Fxy	±3900 lbf	±18 000 N
Fz	±11 000 lbf	±48 000 N
Txy	±15 000 inf-lb	±1700 Nm
Tz	±17 000 inf-lb	±1900 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	$4,0 \times 10^5$ lb/pulgada	$7,0 \times 10^7$ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	$6,8 \times 10^5$ lb/pulg	$1,2 \times 10^8$ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	$2,9 \times 10^6$ lbf-in/rad	$3,3 \times 10^5$ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	$4,6 \times 10^6$ lbf-in/rad	$5,2 \times 10^5$ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	1200 Hz	1200 Hz
Fz, Tx, Ty	900 Hz	900 Hz
Especificaciones físicas		
Peso ¹	16 lb	7,26 kg
Diámetro ¹	6,5 pulgadas	165 mm
Altura ¹	2,59 pulgadas	65,9 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		



PRECAUCIÓN: Cuando están sumergidos, los transductores IP68 presentan una disminución del rango Fz relacionada con la profundidad de inmersión. Esta pérdida se debe a la precarga inducida por la presión que se ejerce sobre el transductor. La precarga puede enmascarse polarizando el transductor a la profundidad antes de aplicar la carga que se va a medir. Las siguientes estimaciones corresponden a agua dulce a temperatura ambiente a nivel del mar.

Profundidad de inmersión		
IP68 Omega160	EE. UU.	Métrico
Precarga Fz a 10 m de profundidad	429 lb	1907 N
Precarga Fz a otras profundidades	-13 lb/pie × profundidad en pies	-191 N/m × profundidadEnMetros

5.17.1 Especificaciones de calibración

Tabla 5.66— Calibraciones del Omega160 ^{1,2}									
Sensor	(EE. UU.) Estándar Calibración	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Omega160	US-200-1000	200	500	1000	1000	1/32	1/16	1/8	1/8
Omega160	US-300-1800	300	875	1800	1800	5/68	5/34	5/16	5/16
Omega160	US-600-3600	600	1500	3600	3600	1/8	1/4	1/2	1/4
Sensor	(SI) Métrico Calibración	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Omega160	SI-1000-120	1000	2500	120	120	1/4	1/4	1/40	1/80
Omega160	SI-1500-240	1500	3750	240	240	1/4	1/2	1/20	1/40
Omega160	SI-2500-400	2500	6250	400	400	1/2	3/4	1/20	1/20
		Rangos de detección				Resolución (DAQ, Net F/T) ⁴			

Notas:

1. Las resoluciones del sistema aquí indicadas son la resolución efectiva tras descartar cuatro recuentos de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.

2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T mida correctamente.

3. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.

4. Las resoluciones de DAQ son típicas de un sistema de adquisición de datos de 16 bits.

Tabla 5.67— Calibraciones del Omega160 Gen 3 ^{1,2}									
Sensor	(SI) Métrica Calibración	Fx,Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Omega160	SI-625-100	625	1562,5	100	100	1/8	3/16	1/80	1/80
Omega160	SI-1250-200	1250	3125	200	200	1/8	3/16	1/80	1/80
Omega160	SI-2500-400	2500	6250	400	400	1/8	3/16	1/80	1/80
		Rangos de detección				Resolución (NETrs F/T)			

Notas:

1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar cuatro recuentos de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.

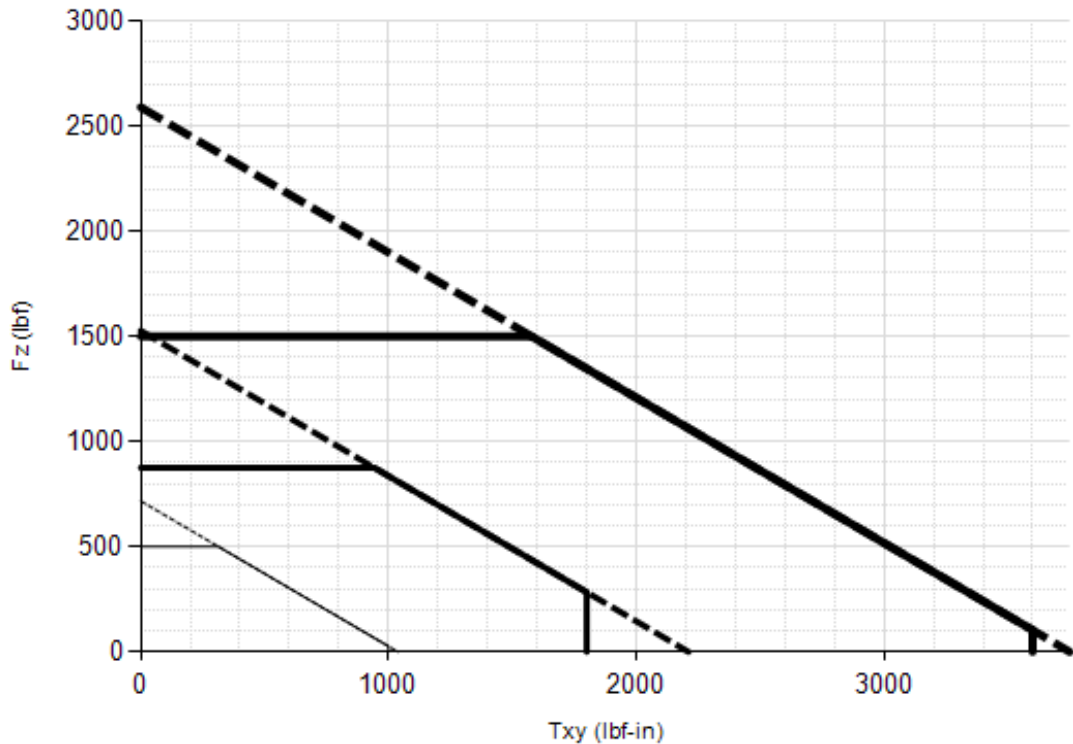
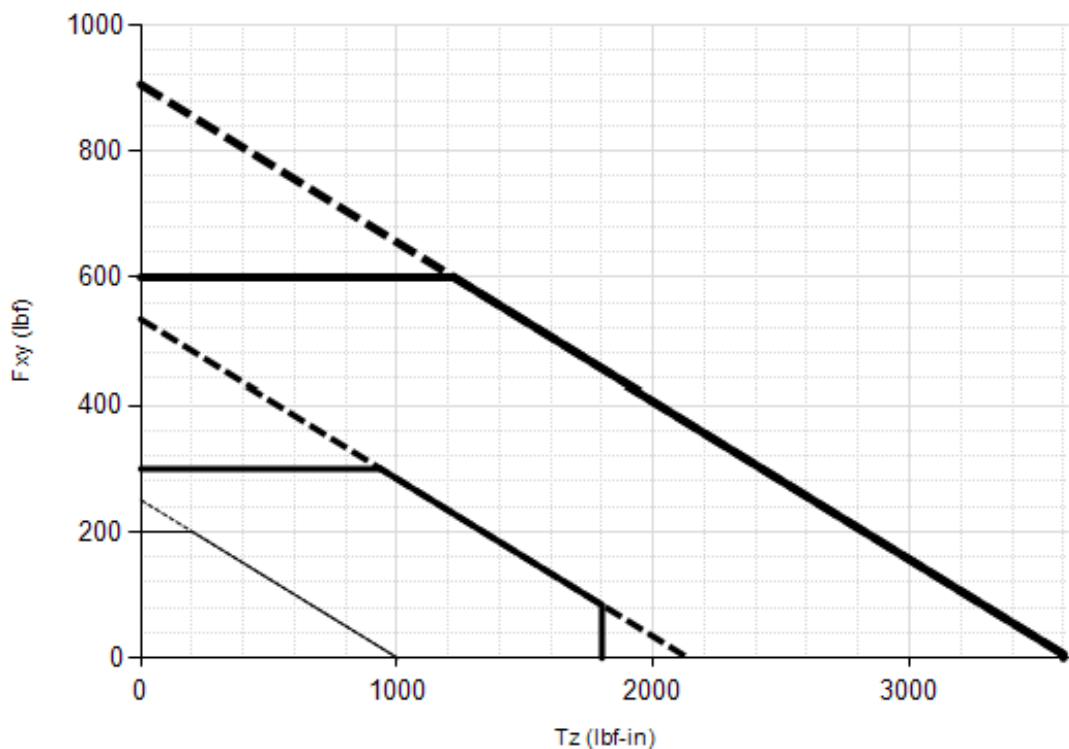
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T realice una medición correcta.

3. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.

5.17.2 Factor de transformación de la herramienta

Tabla 5.68—Factor de transformación de la herramienta			
Sensor	Calibración	EE. UU. (inglés)	SI (métrico)
Omega160	US-200–1000 / SI-1000–120	0,02 pulgadas/lbf	1 mm/N
Omega160	US-300–1800 / SI-1500–240	0,0425 pulgadas/libra-fuerza	1 mm/N
Omega160	US-600–3600 / SI-2500–400	0,02 pulgadas/lbf	2 mm/N

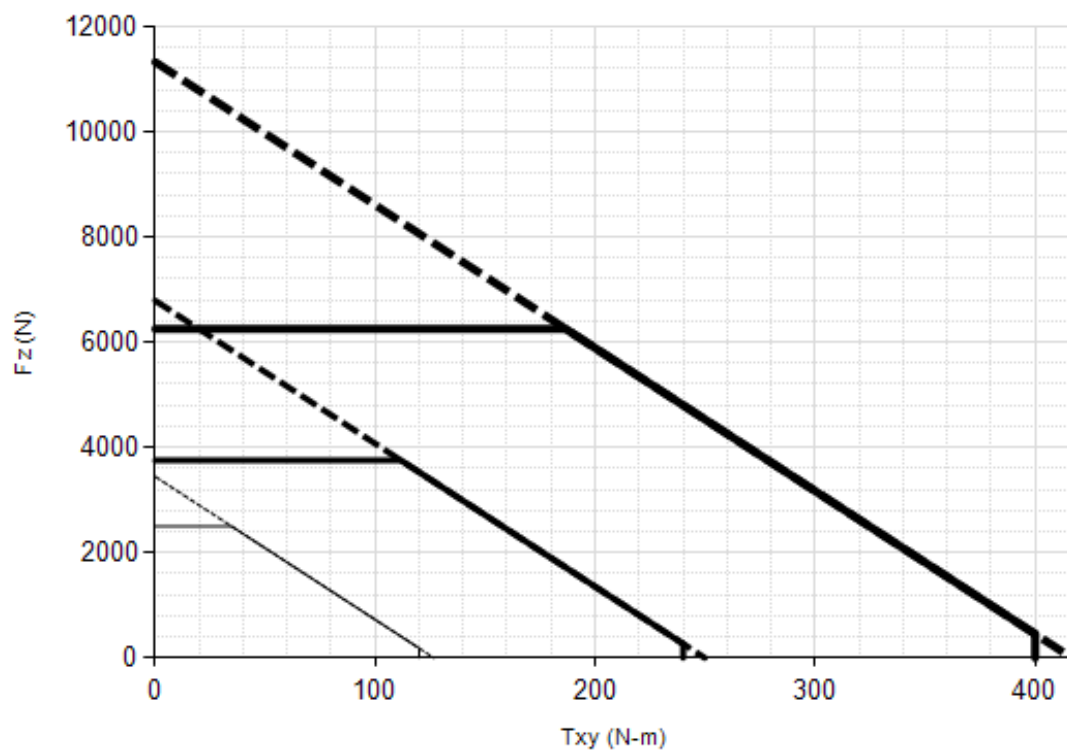
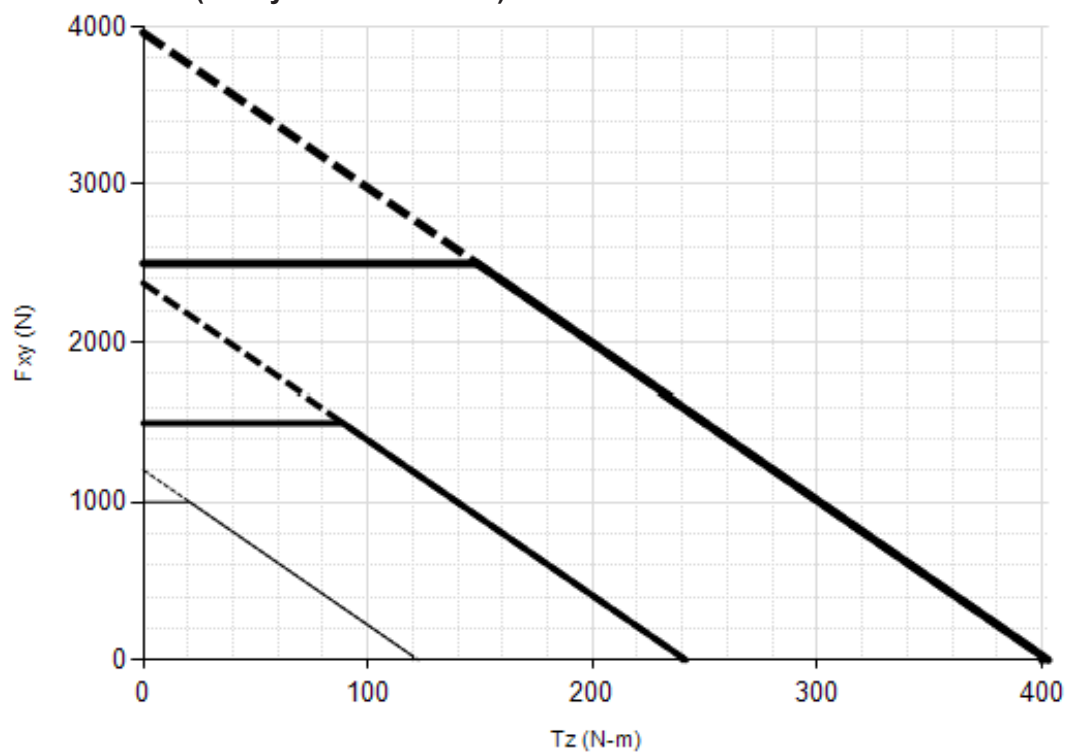
5.17.3 Omega160 (calibración estadounidense con carga compleja) (incluye IP60/IP65/IP68)¹



□ — US-200-1000 □ — US-300-1800 □ — US-600-3600

Nota: 1. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.

5.17.4 Omega160 (calibración SI con carga compleja) (incluye IP60/IP65/IP68)¹



□ SI-1000-120 □ SI-1500-240 □ SI-2500-400

Nota: 1. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.

5.18 Especificaciones del Omega190

Tabla 5.69—Propiedades físicas del Omega190		
Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	Unidades métricas (SI)
F _{xy}	±8000 lbf	±36 000 N
F _z	±25 000 lbf	±110 000 N
T _{xy}	±60 000 lbf-in	±6800 Nm
T _z	±60 000 lbf-in	±6800 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (K _x , K _y)	1,4 × 10 ⁶ lb/pulg	2,4 × 10 ⁵ N/m
Fuerza del eje Z (K _z)	2,1 × 10 ⁶ lb/pulg	3,6 × 10 ⁵ N/m
Par de los ejes X e Y (K _{tx} , K _{ty})	1,4 × 10 ⁷ lbf-in/rad	1,5 × 10 ⁶ Nm/rad
Par del eje Z (K _{tz})	2,8 × 10 ⁷ lbf-in/rad	3,2 × 10 ⁶ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
F _x , F _y , T _z	N/A	N/A
F _z , T _x , T _y	N/A	N/A
Especificaciones físicas		
Peso ¹	14 lb	6,35 kg
Diámetro ¹	7,48 pulgadas	190 mm
Altura ¹	2,2 pulgadas	55,9 mm
Nota:		
1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		

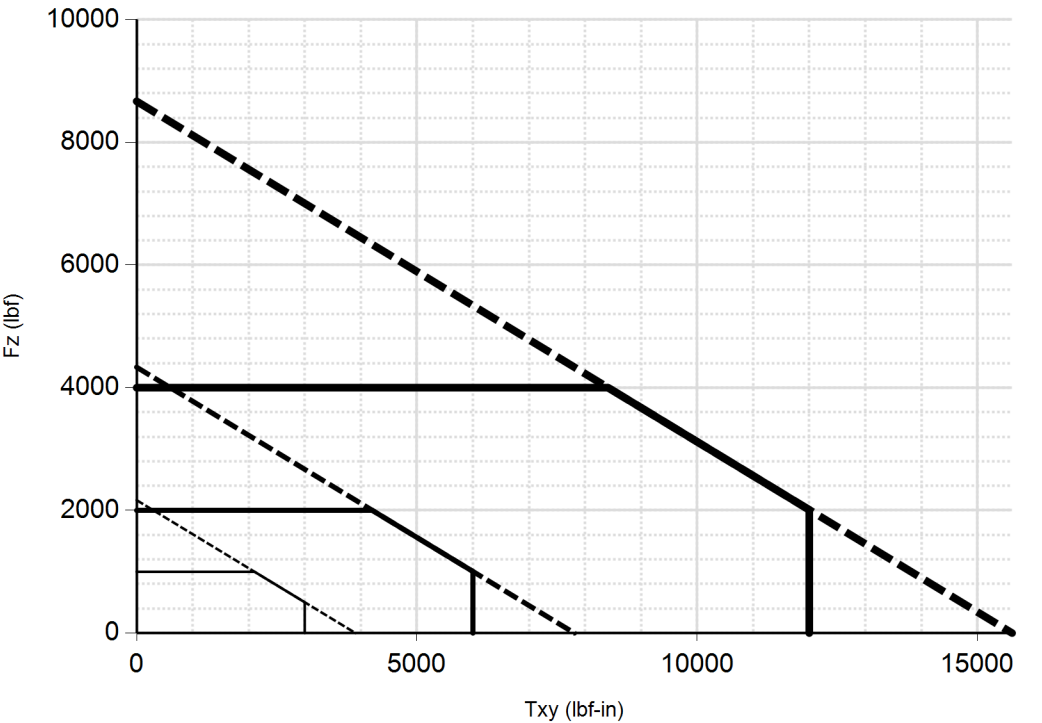
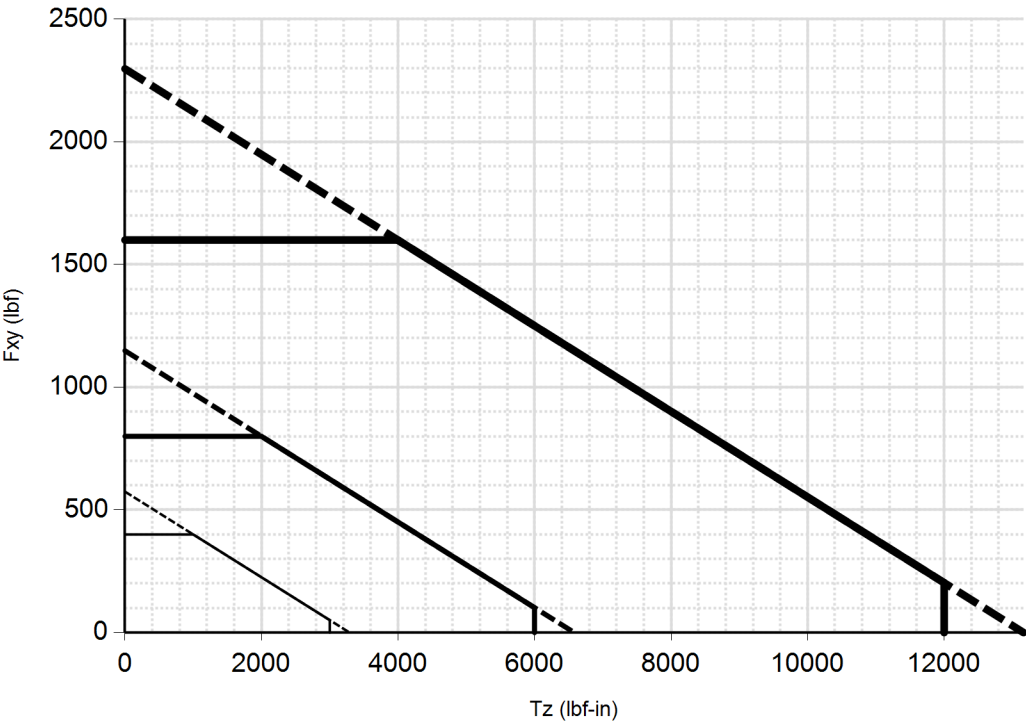
5.18.1 Especificaciones de calibración

Tabla 5.70— Calibraciones del Omega190 ^{1,2}									
Sensor	(EE. UU.) Estándar Calibración	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Omega190	US-400-3000	400	1000	3000	3000	5/64	5/32	15/32	5/16
Omega190	US-800-6000	800	2000	6000	6000	5/32	5/16	15/16	5/8
Omega190	US-1600-12000	1600	4000	12 000	12000	5/16	5/8	1 7/8	1 1/4
Sensor	(SI) Métrico Calibración	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Omega190	SI-1800-350	1800	4500	350	350	3/8	3/4	5/96	5/144
Omega190	SI-3600-700	3600	9000	700	700	3/4	1 1/2	5/48	5/72
Omega190	SI-7200-1400	7200	18000	1400	1400	1 1/2	3	5/24	5/36
		Rangos de detección				Resolución (DAQ, Net F/T) ⁴			

Notas:

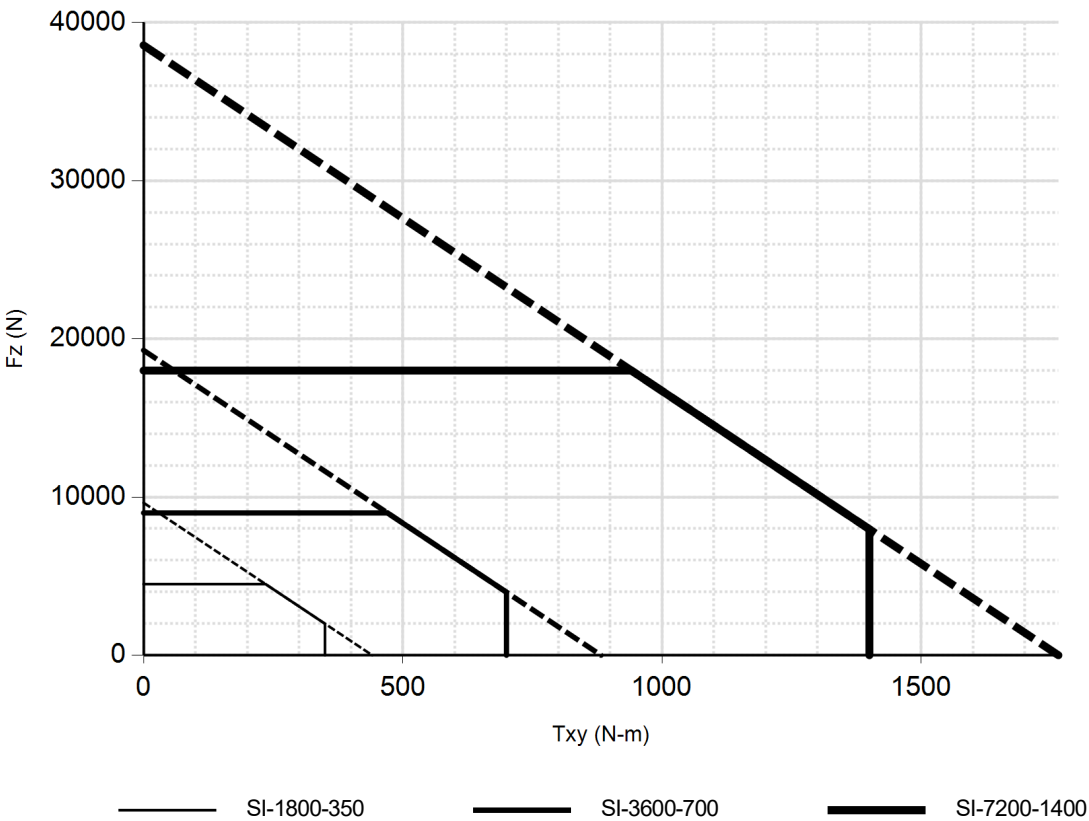
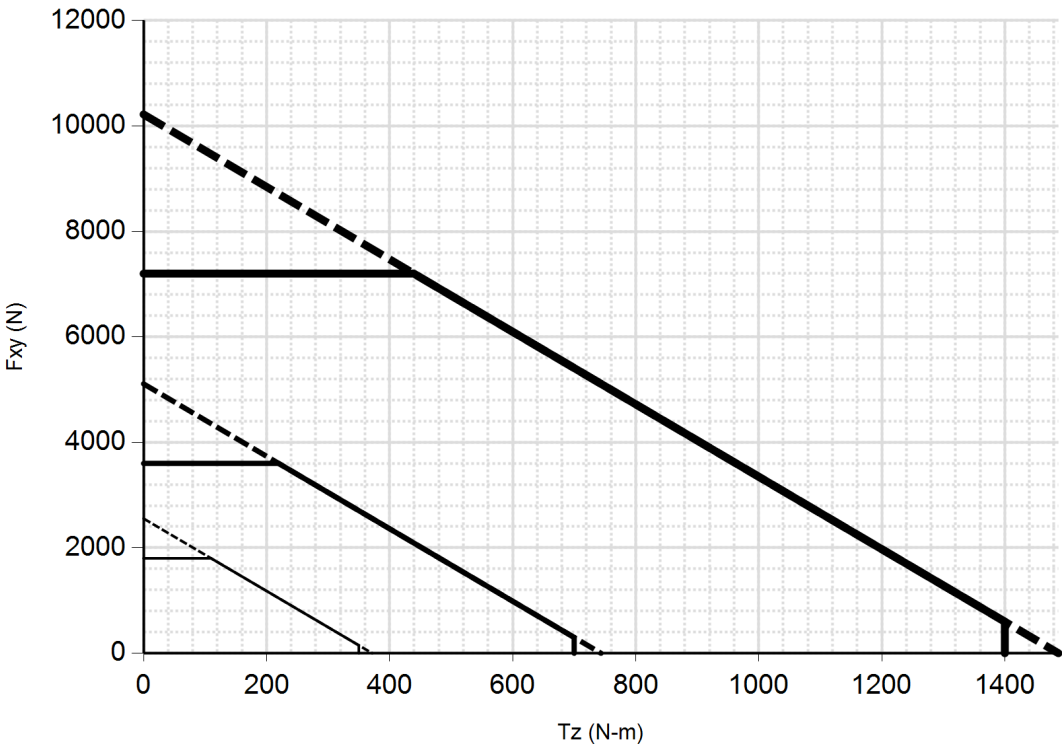
1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar cuatro counts de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T mida correctamente.
3. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.
4. Las resoluciones DAQ son típicas de un sistema de adquisición de datos de 16 bits.

5.18.2 Omega190 (calibración estadounidense con carga compleja)



— US-400-3000 — US-800-6000 — US-1600-12000

5.18.3 Omega190 (carga de complejos de calibración SI)



5.19 Especificaciones del Omega191 (incluye versiones IP60/IP65/IP68 e)

AVISO: Para las versiones de transductor sin orificio pasante y sin clasificación IP, utilice una placa adaptadora metálica que cubra el orificio central.

Tabla 5.71—Propiedades físicas del Omega191

Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	Unidades métricas (SI)
Fxy	±8000 lbf	±36 000 N
Fz	±25 000 lbf	±110 000 N
Txy	±60 000 inf-lb	±6800 Nm
Tz	±60 000 inf-lb	±6800 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	$1,4 \times 10^6$ lb/pulg	$2,4 \times 10^8$ N/m
Fuerza en el eje Z (Kz)	$2,1 \times 10^6$ lb/pulg	$3,6 \times 10^8$ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	$1,4 \times 10^7$ lbf-in/rad	$1,5 \times 10^6$ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	$2,8 \times 10^7$ lbf-in/rad	$3,2 \times 10^6$ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	N/A	N/A
Fz, Tx, Ty	N/A	N/A
Especificaciones físicas		
Peso ¹	20,8 lb	9,41 kg
Diámetro ¹	7,48 pulgadas	190 mm
Altura ¹	2,52 pulgadas	64 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		

Tabla 5.72—Propiedades físicas del Omega191 IP60

Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	(SI) Unidades métricas
Fxy	±8000 lbf	±36 000 N
Fz	±25 000 lbf	±110 000 N
Txy	±60 000 inf-lb	±6800 Nm
Tz	±60 000 inf-lb	±6800 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	$1,4 \times 10^6$ lb/pulg	$2,4 \times 10^8$ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	$2,1 \times 10^6$ lb/pulg	$3,6 \times 10^8$ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	$1,4 \times 10^7$ lbf-in/rad	$1,5 \times 10^6$ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	$2,8 \times 10^7$ lbf-in/rad	$3,2 \times 10^6$ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	1200 Hz	1200 Hz
Fz, Tx, Ty	1200 Hz	1200 Hz
Especificaciones físicas		
Peso ¹	31 lb	14,1 kg
Diámetro ¹	9,37 pulgadas	238 mm
Altura ¹	2,9 pulgadas	73,7 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		

Tabla 5.73—Propiedades físicas del Omega191 IP65/IP68		
Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	(SI) Unidades métricas
Fxy	±8000 lbf	±36 000 N
Fz	±25 000 lbf	±110 000 N
Txy	±60 000 inf-lb	±6800 Nm
Tz	±60 000 inf-lb	±6800 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	1,4×10 ⁶ lb/pulg	2,4×10 ⁶ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	2,1×10 ⁶ lb/pulg	3,6×10 ⁶ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	1,4×10 ⁷ lbf-in/rad	1,5×10 ⁶ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	2,8×10 ⁷ lbf-in/rad	3,2×10 ⁶ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	1400 Hz	1400 Hz
Fz, Tx, Ty	980 Hz	980 Hz
Especificaciones físicas		
Peso ¹	29 lb	13,2 kg
Diámetro ¹	8,03 pulgadas	204 mm
Altura ¹	2,94 pulgadas	74,8 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		



PRECAUCIÓN: Cuando están sumergidos, los transductores IP68 presentan una disminución del rango Fz relacionada con la profundidad de inmersión. Esta pérdida es el resultado de la precarga inducida por la presión sobre el transductor. La precarga puede enmascarse polarizando el transductor a la profundidad antes de aplicar la carga que se va a medir. Las siguientes estimaciones corresponden a agua dulce a temperatura ambiente a nivel del mar.

Profundidad de inmersión		
IP68 Omega191	EE. UU.	Métrico
Carga previa Fz a 10 m de profundidad	661 lb	2941 N
Precarga Fz a otras profundidades	-20 lb/pie × profundidad en pies	-294 N/m × profundidadEnMetros

5.19.1 Especificaciones de calibración

Tabla 5.74— Calibraciones del Omega191 ^{1,2}									
Sensor	(EE. UU.) Estándar Calibración	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Omega191	US-400-3000	400	1000	3000	3000	5/64	5/32	15/32	5/16
Omega191	US-800-6000	800	2000	6000	6000	5/32	5/16	15/16	5/8
Omega191	US-1600-12000	1600	4000	12 000	12 000	5/16	5/8	1 7/8	1 1/4
Sensor	(SI) Métrico Calibración	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Gracias , gracias (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Omega191	SI-1800-350	1800	4500	350	350	3/8	3/4	5/96	5/144
Omega191	SI-3600-700	3600	9000	700	700	3/4	1 1/2	5/48	5/72
Omega191	SI-7200-1400	7200	18000	1400	1400	1 1/2	3	5/24	5/36
		Rangos de detección				Resolución (DAQ, Net F/T) ⁴			

Notas:

1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar cuatro recuentos de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.

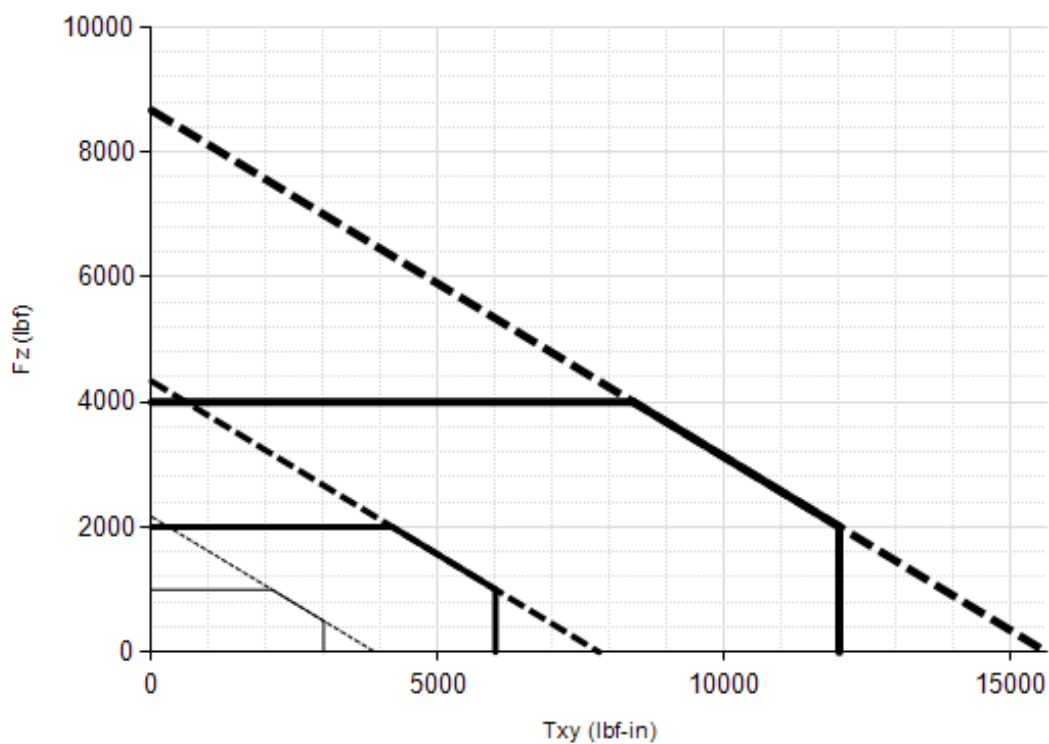
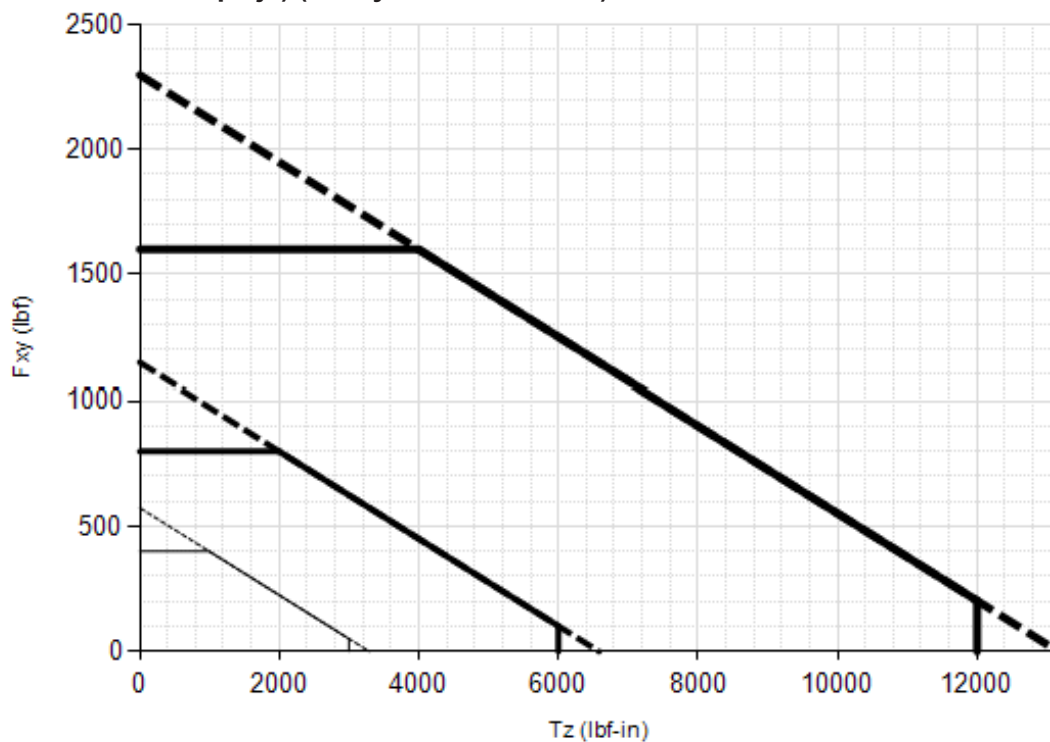
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T realice una medición correcta.

3. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.

4. Las resoluciones de DAQ son las típicas de un sistema de adquisición de datos de 16 bits.

Tabla 5.75— Calibraciones del Omega191 Gen 3 ^{1,2}									
Sensor	(SI) Métrica Calibración	Fx,Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Omega191	SI-1800-350	1800	4500	350	350	3/8	3/4	521/10 000	347/10000
Omega191	SI-3600-700	3600	9000	700	700	3/8	3/4	521/10 000	347/10000
Omega191	SI-7200-1400	7200	18000	1400	1400	3/8	3/4	521/10 000	347/10 000
		Rangos de detección				Resolución (NETrs F/T) ⁴			
Notas:									
1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar cuatro recuentos de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.									
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T mida correctamente.									
3. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.									

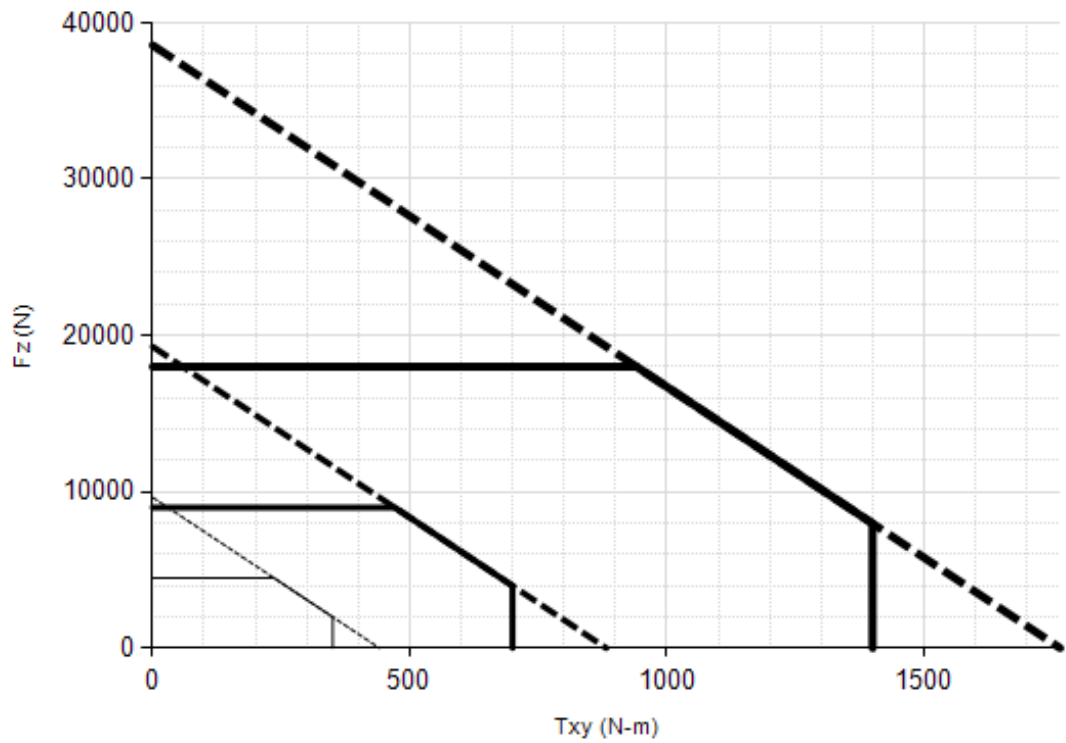
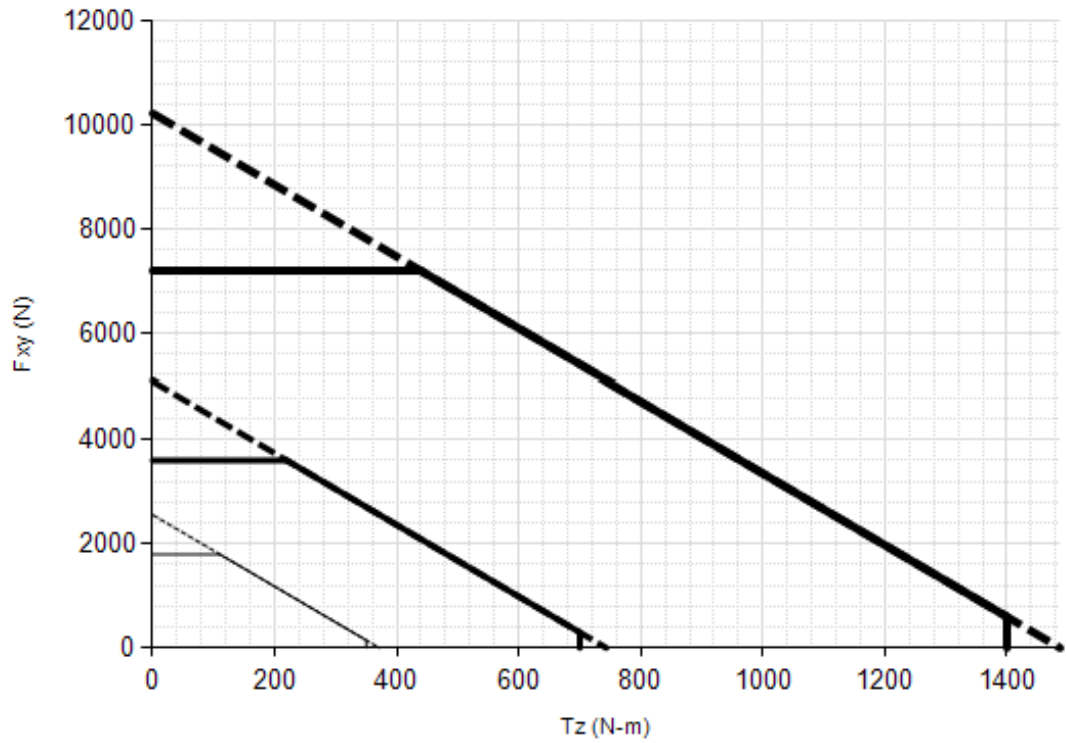
5.19.2 Omega191 (calibración estadounidense con carga compleja) (incluye IP60/IP65/IP68)¹



US-400-3000
 US-800-6000
 US-1600-12000

Nota: 1. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.

5.19.3 Omega191 (carga compleja de calibración SI) (incluye IP60/IP65/IP68)¹



□ SI-1800-350 □ SI-3600-700 □ SI-7200-1400

Nota: 1. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.

5.20 Especificaciones del Omega250 (incluye , IP60/IP65/IP68)

Tabla 5.76—Propiedades físicas del Omega250 (incluye IP60/IP65/IP68)		
Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	Unidades métricas (SI)
Fxy	±37 000 lbf	±160 000 N
Fz	±74 000 lbf	±330 000 N
Txy	±180 000 inf-lb	±21 000 Nm
Tz	±220 000 inf-lb	±25 000 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	$2,4 \times 10^6$ lb/pulg	$4,2 \times 10^8$ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	$3,2 \times 10^6$ lb/pulg	$5,6 \times 10^8$ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	$2,7 \times 10^7$ lbf-in/rad	$3,0 \times 10^6$ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	$5,5 \times 10^7$ lbf-in/rad	$6,2 \times 10^6$ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	780 Hz	780 Hz
Fz, Tx, Ty	770 Hz	770 Hz
Especificaciones físicas		
Peso ¹	70 lb	31,8 kg
Diámetro ¹	11,6 pulgadas	295 mm
Altura ¹	3,74 pulgadas	94,9 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		



PRECAUCIÓN: Cuando están sumergidos, los transductores IP68 presentan una disminución del rango Fz relacionada con la profundidad de inmersión. Esta pérdida se debe a la precarga inducida por la presión que se ejerce sobre el transductor. La precarga puede enmascarse polarizando el transductor a la profundidad antes de aplicar la carga que se va a medir. Las siguientes estimaciones corresponden a agua dulce a temperatura ambiente a nivel del mar.

Profundidad de inmersión		
IP68 Omega250	EE. UU.	Métrico
Precarga Fz a 10 m de profundidad	-1138 lb	-5061 N
Precarga Fz a otras profundidades	-35 lb/pie × profundidad en pies	-506 N/m × profundidadEnMetros

5.20.1 Especificaciones de calibración

Tabla 5.77 — Calibraciones del Omega250 (excluidas las calibraciones CTL) ^{(1),2}									
Sensor	(EE. UU.) Estándar Calibración	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Omega250	US-900-4500	900	1800	4500	4500	1/2	1/2	1	1
Omega250	US-1800-9000	1800	3600	9000	9000	1	1	2	2
Omega250	US-3600-18000	3600	7200	18 000	18 000	2	2	5	5
Sensor	(SI) Métrico Calibración	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Omega250	SI-4000-500	4000	8000	500	500	1	2	1/8	1/8
Omega250	SI-8000-1000	8000	16000	1000	1000	2	4	1/4	1/4
Omega250	SI-16000-2000	16000	32000	2000	2000	4	8	1/2	1/2
		Rangos de detección				Resolución (DAQ, F/T neto) ⁴			

Notas:

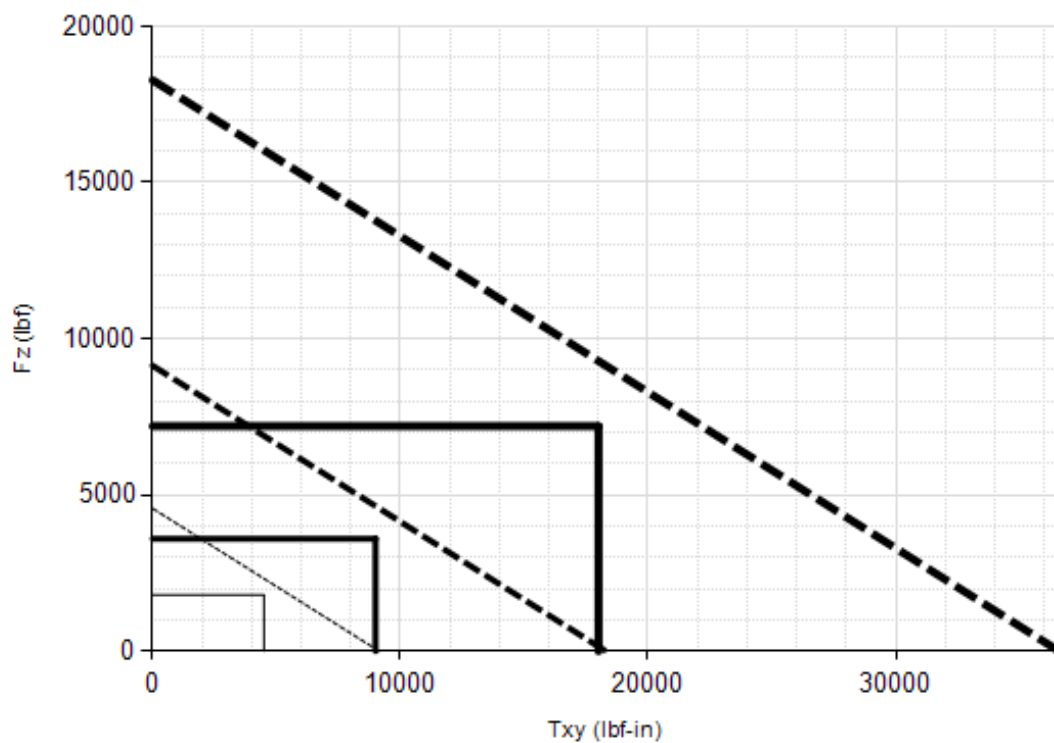
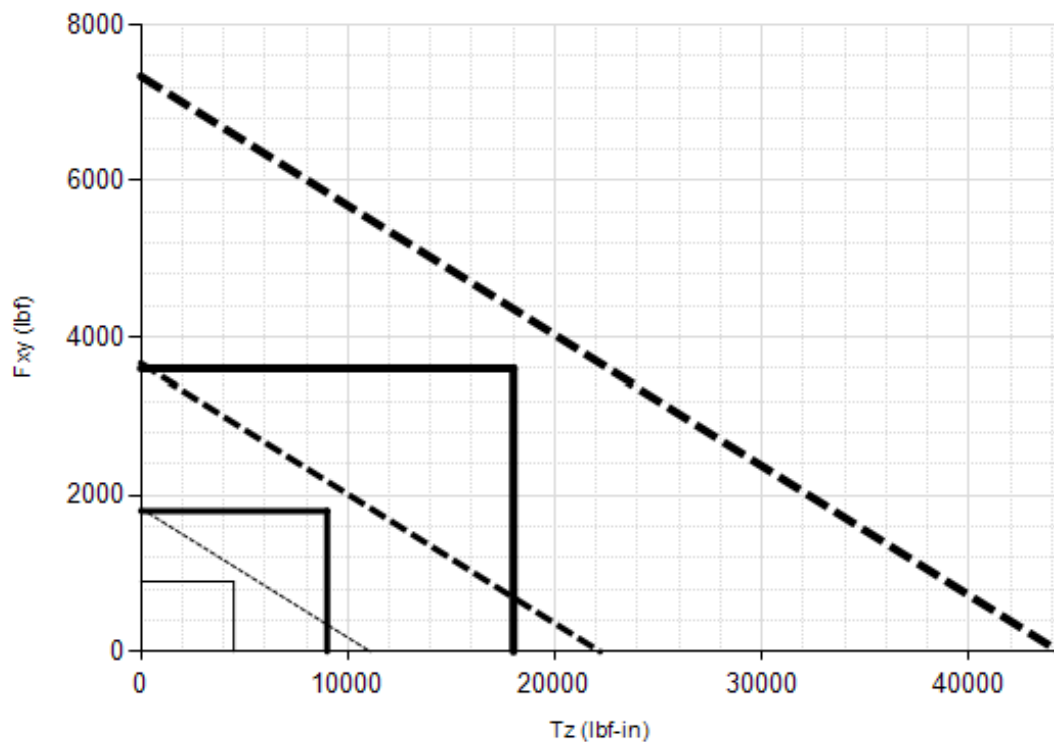
1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar cuatro recuentos de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T mida correctamente.
3. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.
4. Las resoluciones de DAQ son típicas de un sistema de adquisición de datos de 16 bits.

Tabla 5.78 — Calibraciones del Omega250 Gen 3 ^{(1),2}									
Sensor	(SI) Métrica Calibración	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Omega250	SI-4000-500	4000	8000	500	500	1	2	1/8	1/8
Omega250	SI-8000-1000	8000	16000	1000	1000	1	2	1/8	1/8
Omega250	SI-16000-2000	16000	32 000	2000	2000	1	2	1/8	1/8
		Rangos de detección				Resolución (NETrs F/T)			

Notas:

1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar cuatro recuentos de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T realice una medición correcta.
3. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.

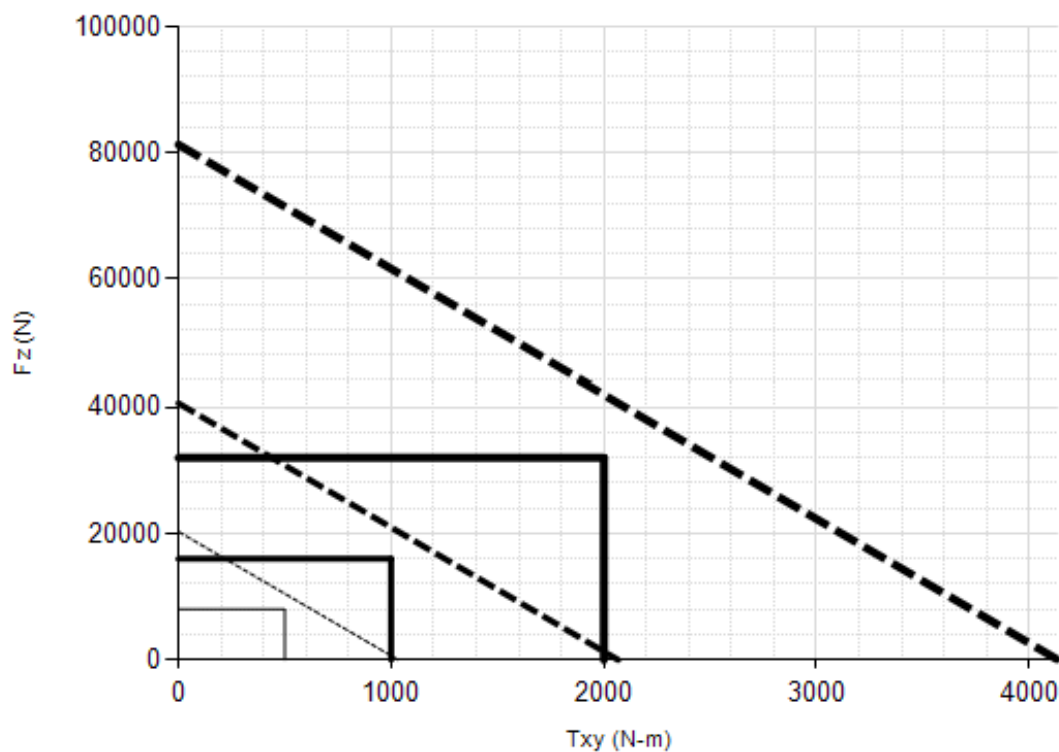
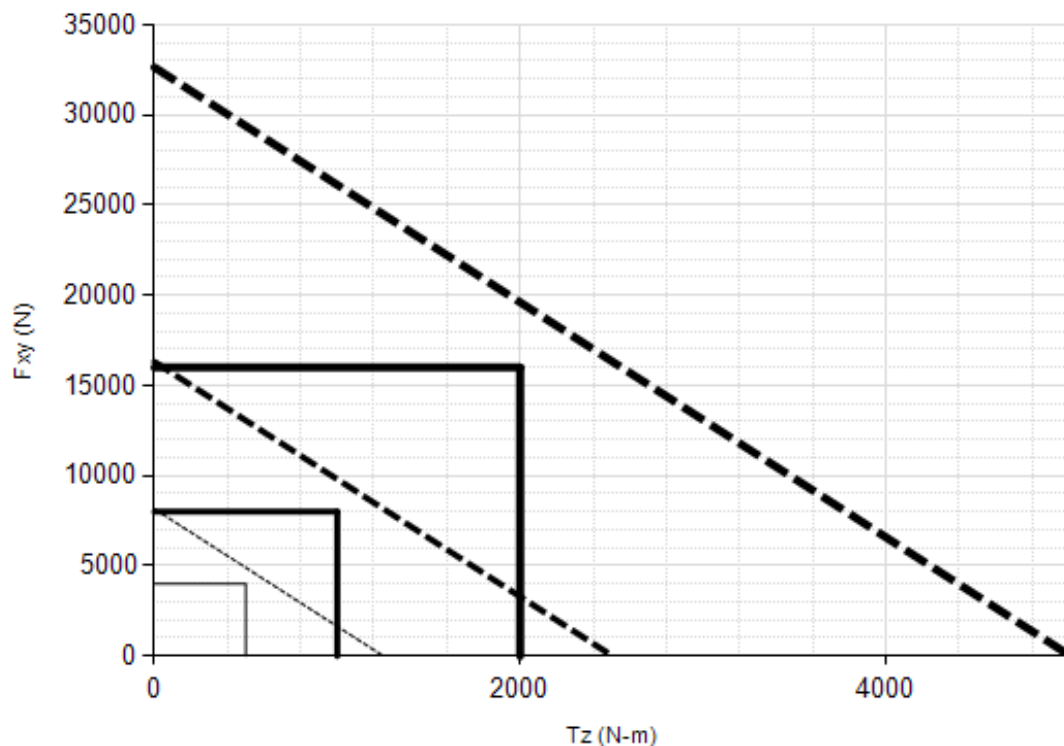
5.20.2 Omega250 (calibración estadounidense para cargas complejas) (incluye IP60/IP65/IP68)¹



US-900-4500
 US-1800-9000
 US-3600-18000

Nota: 1. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.

5.20.3 Omega250 (carga compleja de calibración SI) (incluye IP60/IP65/IP68)¹



—— SI-4000-500

—— SI-8000-1000

—— SI-16000-2000

Nota: 1. Para la versión IP68, consulte la advertencia en la página de propiedades físicas.

5.21 Especificaciones del Omega331 (incluye IP65)

Tabla 5.79: Propiedades físicas del Omega331 (incluye IP60/IP65)		
Sobrecarga de un solo eje	(EE. UU.) Unidades estándar	Unidades métricas (SI)
Fxy	±53 000 lbf	±240 000 N
Fz	±120 000 lbf	±520 000 N
Txy	±280 000 inf-lb	±32 000 Nm
Tz	±320 000 inf-lb	±36 000 Nm
Rigidez (calculada)		
Fuerzas en los ejes X e Y (Kx, Ky)	6,9×10 ⁶ lb/pulg	1,2×10 ⁹ N/m
Fuerza del eje Z (Kz)	7,3×10 ⁶ lb/pulg	1,3×10 ⁹ N/m
Par en los ejes X e Y (Ktx, Kty)	8,1×10 ⁷ lbf-in/rad	9,2 × 10 ⁶ Nm/rad
Par del eje Z (Ktz)	2,1×10 ⁸ lbf-in/rad	2,4 × 10 ⁷ Nm/rad
Frecuencia de resonancia		
Fx, Fy, Tz	N/A	N/A
Fz, Tx, Ty	N/A	N/A
Especificaciones físicas		
Peso ¹	104 lb	47 kg
Diámetro ¹	13 pulgadas	330 mm
Altura ¹	4,22 pulgadas	107 mm
Nota: 1. Las especificaciones incluyen placas de interfaz estándar.		

5.21.1 Especificaciones de calibración

Tabla 5.80— Calibraciones del Omega331 ^{1,2}									
Sensor	(EE. UU.) Estándar Calibración	Fx, Fy (lbf)	Fz (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx, Fy (lbf)	Fz (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Omega331	US-2250-13000	2250	5250	13 000	13000	3/8	1	3 3/4	1 7/8
Omega331	US-4500-26000	4500	10500	26 000	26000	3/4	2	7 1/2	3 3/4
Omega331	US-9000-52000	9000	21 000	52 000	52000	1 1/2	4	15	7 1/2
Sensor	(SI) Métrico Calibración	Fx, Fy (kN)	Fz (kN)	Tx, Ty (kNm)	Tz (kNm)	Fx, Fy (kN)	Fz (kN)	Tx, Ty (kNm)	Tz (kNm)
Omega331	SI-10000-1500	10	22	1,5	1,5	1/640	1/240	3/8000	3/16000
Omega331	SI-20000-3000	20	44	3	3	1/320	1/120	3/4000	3/8000
Omega331	SI-40000-6000	40	88	6	6	1/160	1/60	3/2000	3/4000
		Rangos de detección				Resolución (DAQ, Net F/T) ³			

Notas:

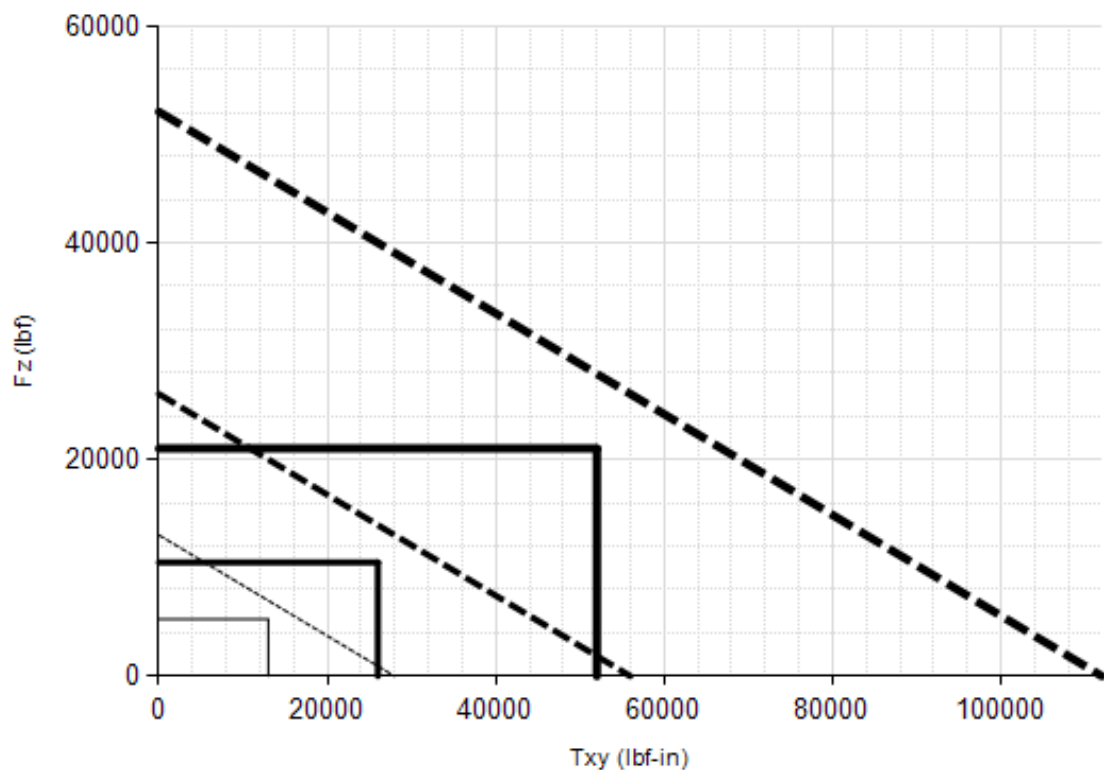
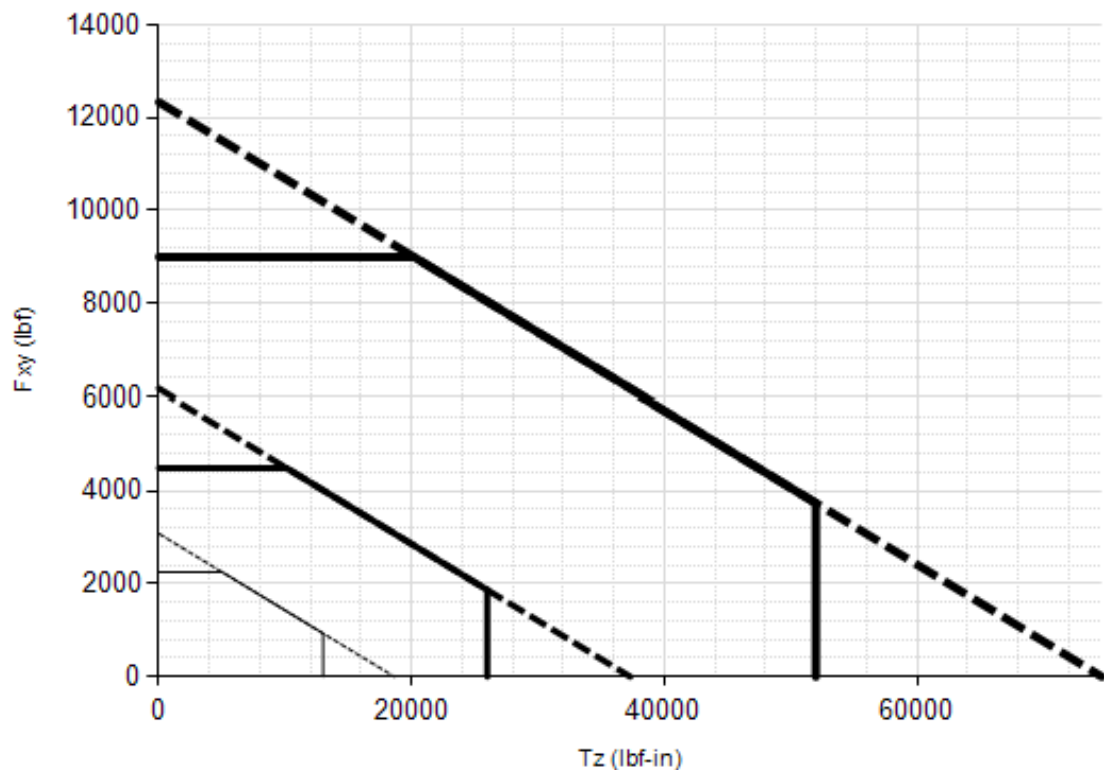
1. Las resoluciones del sistema indicadas son la resolución efectiva tras descartar cuatro recuentos de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T realice una medición correcta.
3. Las resoluciones de DAQ son las habituales en un sistema de adquisición de datos de 16 bits.

Tabla 5.81— Calibraciones del Omega331 Gen 3 ^{1,2}									
Sensor	(SI) Métrica Calibración	Fx,Fy (kN)	Fz (kN)	Tx, Ty (kNm)	Tz (kNm)	Fx, Fy (kN)	Fz (kN)	Tx, Ty (kNm)	Tz (kNm)
Omega331	SI-10000-1500	10	22	1,5	1,5	1/64	1/24	3/800	3/16
Omega331	SI-20000-3000	20	44	3	3	1/64	1/24	3/800	3/16
Omega331	SI-40000-6000	40	88	6	6	1/64	1/24	3/800	3/16
		Rangos de detección				Resolución (NETrs F/T)			

Notas:

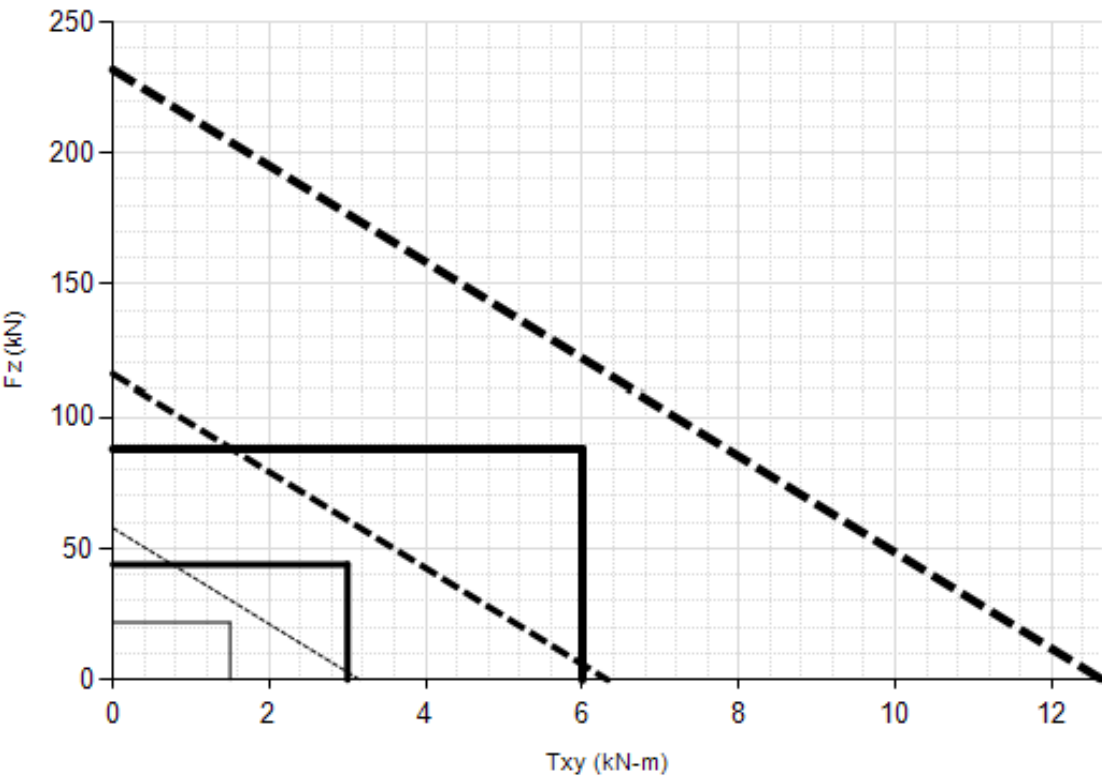
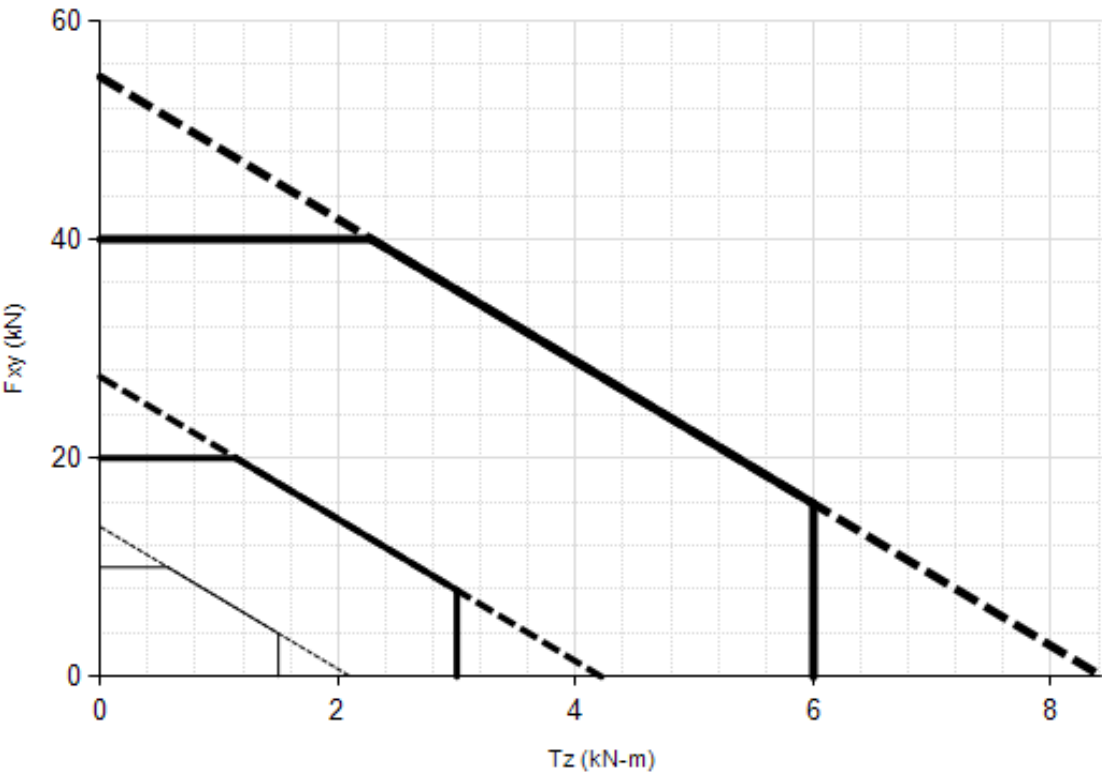
1. Las resoluciones del sistema aquí indicadas son la resolución efectiva tras eliminar cuatro unidades de ruido. La resolución efectiva puede mejorarse mediante filtrado.
2. Las cargas aplicadas deben estar dentro del rango en cada uno de los seis ejes para que el sensor F/T mida correctamente.

5.21.2 Omega331 (Carga compleja de calibración en EE. UU.) (Incluye IP65)



US-2250-13000
 US-4500-26000
 US-9000-52000

5.21.3 Omega331 (Carga compleja de calibración SI) (Incluye IP65)



□ — SI-10000-1500 □ — SI-20000-3000 □ — SI-40000-6000

6. Diagnóstico y mantenimiento de los

6.1 Reducción del ruido e

6.1.1 e mecánico y vibraciones

En muchos casos, el ruido percibido es en realidad una fluctuación real de la fuerza y/o el par. Esta fluctuación está causada por vibraciones en las herramientas o en el brazo del robot. Muchos sistemas F/T ofrecen funciones de filtrado o promediado que pueden suavizar el ruido. Si esto no es suficiente, considere la posibilidad de añadir un filtro digital al software de la aplicación.

6.1.2 o eléctrico: interferencias

Si se observan interferencias provocadas por motores u otros equipos generadores de ruido, compruebe las conexiones a tierra del F/T.

Si no es posible una conexión a tierra adecuada o esta no reduce el ruido, considere la posibilidad de utilizar el promedio o el filtrado.

6.2 Detección de fallos e os (diagnóstico)

6.2.1 Detección de cambios en la sensibilidad del transductor

La comprobación de la sensibilidad del transductor también se puede utilizar para evaluar el estado del sistema del transductor. Aplique cargas conocidas al transductor y verifique que la salida del sistema coincida con las cargas conocidas; por ejemplo: un transductor montado en un brazo robótico puede tener un efector final acoplado a él. Si el efector final tiene piezas móviles, estas deben moverse a una posición conocida.

Esta comprobación se realiza siguiendo los siguientes pasos:

1. Coloque el brazo robótico en una orientación que permita que la carga gravitatoria del efector final ejerza presión sobre muchos ejes de salida del transductor.
2. Registre las lecturas de salida.
3. Coloque el brazo robótico para aplicar otra carga (esta vez haciendo que las salidas se alejen de las lecturas anteriores).
4. Registre el segundo conjunto de lecturas de salida.
5. Calcule las diferencias entre el primer y el segundo conjunto de lecturas, y utilícelas como valor de sensibilidad. Aunque los valores varíen ligeramente de un conjunto de muestras a otro, pueden utilizarse para detectar errores graves. Se pueden utilizar tanto las salidas resueltas como los voltajes brutos del transductor (debe utilizarse el mismo utilizar para todos los pasos de este proceso).



PRECAUCIÓN: Cuando cualquier galga extensométrica se satura o deja de funcionar por cualquier otro motivo, **todas las lecturas de F/T del transductor son inválidas**. Es de vital importancia vigilar que no se den estas situaciones.

6.3 Mantenimiento programado de

6.3.1 Inspección periódica del e

En la mayoría de las aplicaciones, no hay piezas que deban sustituirse durante el funcionamiento normal. En aplicaciones de tipo industrial en las que el cableado del sistema se mueve de forma continua o frecuente, debe comprobarse periódicamente la funda del cable en busca de signos de desgaste. En estas aplicaciones deben aplicarse los procedimientos descritos en [la sección 6.2 — Detección de fallos \(diagnóstico\)](#) para detectar cualquier fallo.

Los transductores que no tengan clasificación IP60, IP65 o IP68 deben mantenerse libres de polvo, residuos o humedad excesivos. Los transductores con clasificación IP60 deben mantenerse libres de humedad excesiva. Se debe evitar que se acumulen residuos y polvo sobre o dentro de un transductor.

6.3.2 acción y calibración periódicas

Es necesaria la calibración periódica del transductor y de sus componentes electrónicos para mantener la trazabilidad con respecto a las normas nacionales. Siga las normas de tipo ISO-9000 aplicables para la calibración. ATI Industrial Automation recomienda realizar recalibraciones anuales, especialmente para aplicaciones en las que las cargas aplicadas al transductor cambian con frecuencia.

6.4 Mantenimiento del cableado de los transductores

6.4.1 Calibraciones

En muchos casos, el cable del transductor forma parte del transductor calibrado. En estos casos, cambiar la longitud o el tipo de cable puede afectar a la calibración. Al realizar cambios en el cableado, consulte con ATI Industrial Automation para asegurarse de que la calibración del sistema no se vea afectada.

6.4.2 Cableado y conectores e es

Los cables y conectores del transductor no están diseñados para que los usuarios los reparen; por ejemplo: el trenzado de alta flexibilidad de los cables es difícil de reparar y, si se ensambla incorrectamente, el trenzado falla.

Sin embargo, en algunos casos, es posible que los usuarios necesiten retirar temporalmente el conector de un cable que esté conectado de forma permanente a un transductor, como los modelos Nano y Mini. Al volver a conectar los cables al conector, recubre cada conductor con un tubo termorretráctil en la conexión para evitar el desgaste prematuro de la conexión mecánica. Además, vuelva a conectar exactamente todos los componentes que contiene el conector; de lo contrario, un mantenimiento inadecuado afectará al rendimiento y la precisión del sistema.

Para evitar daños en el transductor, asegúrese de que el revestimiento del cable esté en buen estado. Si el revestimiento exterior del cable del transductor está dañado, la humedad o el agua pueden penetrar en un transductor que, de otro modo, estaría sellado.

6.5 Resolución

Los transductores de ATI tienen una configuración de tres haces de detección, en la que los tres haces están espaciados equitativamente alrededor de un eje central y fijados a la pared exterior del transductor. Esta configuración de tres haces transfiere las cargas aplicadas a múltiples haces de detección. Además, si se ha reducido un eje de referencia, esta configuración permite que el transductor aumente su rango de detección en un eje determinado.

La resolución de cada eje del transductor depende de cómo se distribuye la carga aplicada entre las vigas de detección. La mejor resolución se obtiene cuando la cuantificación de los medidores se distribuye uniformemente a medida que se aplica la carga. En el peor de los casos, el valor discreto de todos los medidores implicados aumenta al mismo tiempo.

Las resoluciones F/T se especifican como resolución típica, que es la media entre el peor y el mejor de los casos. Dado que ambos efectos de múltiples galgas pueden modelarse como una distribución normal, este valor representa la resolución media más comúnmente percibida. Aunque esto no refleja fielmente el rendimiento real de los transductores, da como resultado una estimación cercana (y siempre conservadora).

7. Términos y condiciones de venta de

Los siguientes Términos y condiciones constituyen un complemento e incluyen una parte de los Términos y condiciones estándar de ATI, que se encuentran archivados en ATI y están disponibles previa solicitud.

ATI garantiza al Comprador que los productos de sensores de par de fuerza adquiridos en virtud del presente contrato estarán libres de defectos de material y mano de obra en condiciones de uso normal durante un período de un año a partir de la fecha de envío. Esta garantía no cubre los componentes sujetos a desgaste por uso normal ni aquellos que requieran sustitución periódica. ATI no tendrá responsabilidad alguna en virtud de esta garantía a menos que: (a) se notifique por escrito a ATI el defecto reclamado y se proporcione una descripción del mismo en un plazo de treinta (30) días desde que el Comprador descubra el defecto y, en cualquier caso, no más tarde del último día del periodo de garantía; y (b) ATI reciba el artículo defectuoso en un plazo máximo de diez (10) días desde el último día del periodo de garantía. La responsabilidad total de ATI y el único recurso del Comprador en virtud de esta garantía se limitan a la reparación o sustitución, a elección de ATI, de la pieza o artículo defectuoso o, a elección de ATI, al reembolso del precio pagado por el artículo. La garantía anterior no se aplica a ningún defecto o fallo resultante de una instalación, funcionamiento, mantenimiento o reparación inadecuados por parte de cualquier persona que no sea ATI.

ATI no será responsable en ningún caso de daños incidentales, consecuentes o especiales de ningún tipo, incluso aunque se le haya advertido de la posibilidad de que se produzcan dichos daños. La responsabilidad total de ATI no excederá en ningún caso el importe pagado por el comprador por el artículo objeto de la reclamación o la controversia. ATI no asumirá responsabilidad alguna por el fallo de cualquier equipo u otros artículos no suministrados por ATI.

No se podrá interponer ninguna acción contra ATI, independientemente de su forma, que se derive o esté relacionada de cualquier modo con los productos o servicios suministrados en virtud del presente, más de un año después de que se haya producido la causa de la acción.

ATI no autoriza ninguna declaración o acuerdo que modifique o amplíe las disposiciones de garantía y limitación de recursos contenidas en el presente documento, y no se podrá invocar que ha sido autorizado por ATI, a menos que se haga por escrito y esté firmado por un directivo de ATI.

Salvo que ATI acuerde lo contrario por escrito, todos los diseños, planos, datos, invenciones, programas informáticos y demás tecnología creados o desarrollados por ATI en el marco de la prestación de los productos y servicios previstos en el presente contrato, así como todos los derechos sobre los mismos en virtud de cualquier patente, derecho de autor u otra ley que proteja la propiedad intelectual, serán y seguirán siendo propiedad de ATI. La venta de productos o servicios en virtud del presente contrato no confiere ninguna licencia, expresa o implícita, en virtud de ninguna patente, derecho de autor u otro derecho de propiedad intelectual que sea propiedad de ATI o esté bajo su control, ya sea en relación con los productos vendidos o con cualquier otro asunto, salvo la licencia que se concede expresamente a continuación.

En el marco del suministro de productos y servicios previsto en el presente contrato, ATI podrá facilitar o revelar al Comprador información confidencial y de propiedad exclusiva de ATI relativa al diseño, el funcionamiento u otros aspectos de los productos de ATI. Entre ATI y el Comprador, la titularidad de dicha información, incluyendo, sin limitación, cualquier software informático facilitado al Comprador por ATI, seguirá siendo de ATI, y dicha información se cede bajo licencia al Comprador únicamente para que este la utilice en el funcionamiento de los productos suministrados por ATI en virtud del presente contrato en las operaciones comerciales internas del Comprador.

Sin el permiso previo por escrito de ATI, el Comprador no utilizará dicha información para ningún otro fin ni la facilitará ni pondrá a disposición de terceros de ningún otro modo. El Comprador se compromete a tomar todas las precauciones razonables para evitar cualquier uso o divulgación no autorizados de dicha información.

El Comprador no será responsable en virtud del presente contrato por la divulgación o el uso de información que: (a) sea de dominio público en el momento de su recepción de ATI; (b) se publique posteriormente o pase a ser de dominio público por cualquier otro motivo sin culpa del Comprador; (c) esté en poder del Comprador antes de su recepción de ATI; (d) haya sido obtenida legalmente por el Comprador de un tercero con derecho a revelarla; o (f) deba ser revelada por orden judicial u otra autoridad gubernamental, siempre que, con respecto a dichas revelaciones obligatorias, el Comprador lo notifique previamente a ATI y utilice todos los medios legalmente disponibles para mantener la confidencialidad de dicha información.