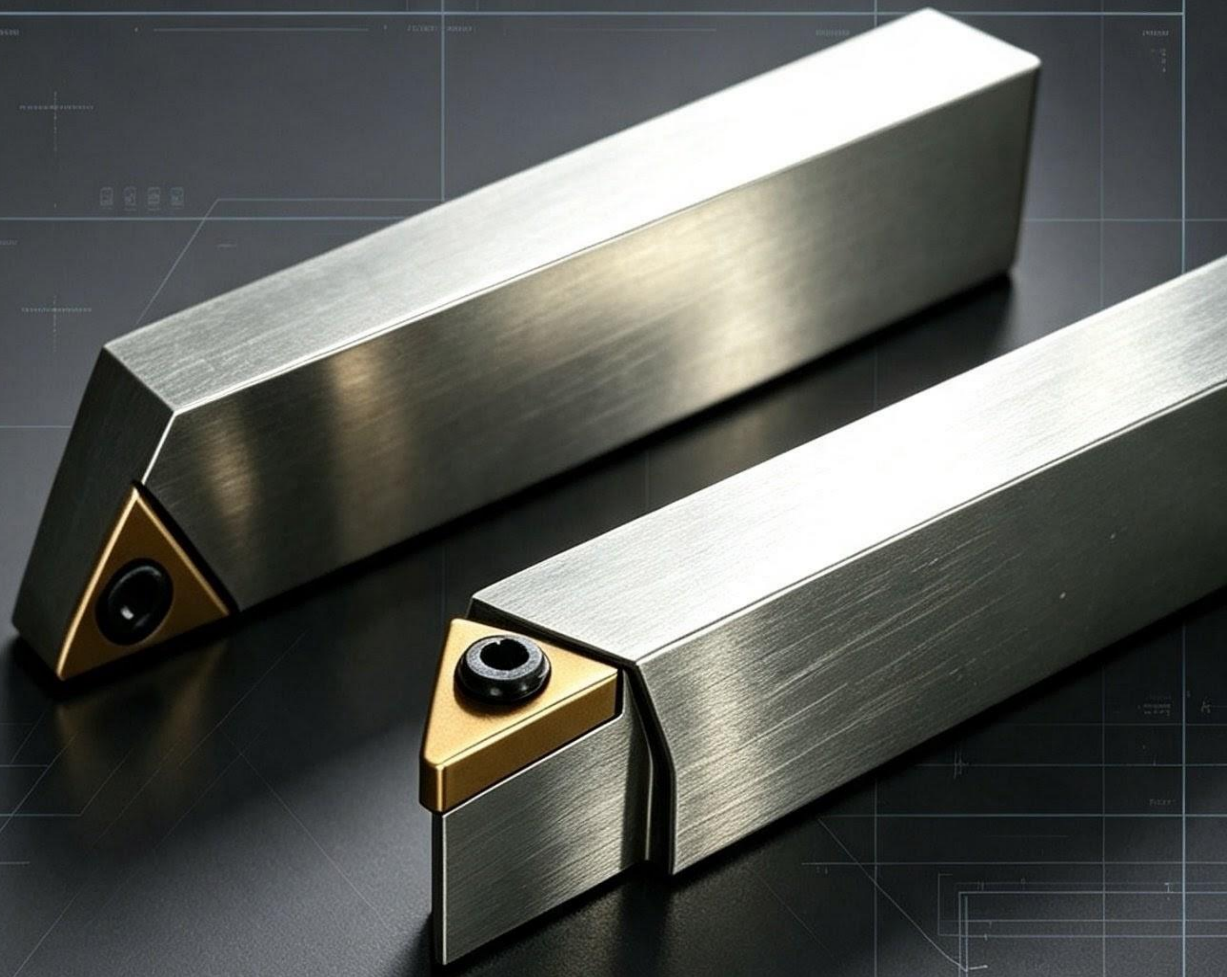




Manual Técnico de Ingeniería y Operación

Rebel Shank



HEIN HERRAMIENTAS INDUSTRIALES

DOCUMENTO CORPORATIVO: MN-HEIN-
RBS-2026-REV03

Departamento de Ingeniería de Manufactura y
Tribología

Diseño y Manufactura Sujetos a Normas
Internacionales ISO y Estándares de Alta Ingeniería
Mecánica

MANUAL TÉCNICO DE INGENIERÍA Y OPERACIÓN INDUSTRIAL

Sistema de Sujeción Rígida para Torneado Exterior: Portaherramientas HEIN Rebel-Shank

Este procedimiento norma de forma obligatoria las especificaciones técnicas, cálculos estructurales de deflexión elástica, tolerancias dimensionales y regímenes operativos para la puesta a punto en planta de la línea corporativa Rebel-Shank. Su cumplimiento rige de manera estricta para el personal de ingeniería de procesos y operarios de piso de producción en tornos paralelos, revólver y centros de torneado CNC.

Introducción Técnica y Alcance Operativo

El desarrollo de la manufactura pesada contemporánea y la optimización de los tiempos de ciclo en piso de producción exigen herramental con una estabilidad dimensional inmune a los esfuerzos críticos combinados. El presente volumen constituye la guía oficial de ingeniería y operación para la línea avanzada de portaherramientas prismáticos HEIN Rebel-Shank, un ecosistema de sujeción rígida desarrollado para responder con la máxima eficiencia elástica en operaciones de cilindrado exterior de gran formato, refrentado frontal y escuadrado a 90,0 grados exactos en seco o bajo la acción continua de fluidos de corte.

A diferencia de los sistemas de sujeción convencionales de baja dureza, la geometría prismática monobloque de la serie Rebel-Shank distribuye las sollicitaciones mecánicas de flexión dinámica y las fuerzas vectoriales de corte de manera homogénea a lo largo de su sección cuadrada. Esta arquitectura permite fijar sólidamente insertos negativos intercambiables tipo TNMG de doble cara, mitigando las vibraciones armónicas y la formación de filo de aportación. La integración del recubrimiento de níquel químico avanzado con un sustrato de acero templado de Grado Ultra-Selecto garantiza una concentricidad milimétrica absoluta, erradicando errores crónicos de conicidad en la pieza de trabajo.

El alcance de este documento abarca desde los fundamentos analíticos de deflexión elástica y fuerzas dinámicas vectoriales, hasta pautas estrictas de control de altura de centro en piso. El estricto apego a las tolerancias, torques controlados y parámetros cinemáticos aquí descritos es mandatorio para el personal de programación de manufactura, supervisores de control de calidad y operadores de taller, asegurando la conformidad de los procesos bajo los estándares internacionales ISO 9001 e ISO 5610.



INDICE

MANUAL TÉCNICO DE INGENIERÍA Y OPERACIÓN INDUSTRIAL.....	2
Introducción Técnica y Alcance Operativo	2
1. Filosofía de Operación y Propuesta de Valor	4
2. Especificaciones de Materiales y Procesos de Manufactura	4
2.1. Metalurgia del Acero Macizo HEIN® de Alta Tenacidad Nuclear	4
2.2. Acabado de Superficie Avanzado (Níquel Electroless Premium)	4
3. Homologación Normativa y Alcance Internacional	5
3.1. Codificación Americana (Norma ANSI B212.1)	5
3.2. Codificación Internacional (Norma ISO 5610 / DIN ISO 5610).....	5
3.3. Sistema de Sujeción Mecánica e Intercambiabilidad.....	5
4. Matriz de Especificaciones Físicas y Homologación ANSI/ISO	5
5. Guía Cinemática de Selección según la Trayectoria de Maquinado	7
5.1. Portaherramientas Derechos (STGCR) e Izquierdos (STGCL)	7
5.2. Portaherramientas Neutros (STGCN).....	7
6. Guía Metrológica de Selección de Insertos Comerciales	8
6.2. Directrices de Selección y Desglose del Código ISO (Norma ISO 1832). 8	
7. Matriz de Control de Altura de Centro y Corrección de Conicidad	9
7.1. Impacto Tribomecánica del Desfase de Centro	9
7.2. Secuencia de Calibración Mediante Lainas de Precisión en Torreta.....	10
8. Sistema de Detección de Desviaciones Dinámicas y Acciones Correctivas. 10	
9. Modelado Matemático: Análisis de Resistencia a la Flexión	11
9.1. Propiedades Elásticas de la Sección del Vástago (Tratamiento a 42,5 HRC Nominal)	11
9.2. Ecuaciones Constitutivas de Deflexión Elástica en Operación	11
10. Dinámica Vectorial y Distribución de Cargas Mecánicas	12
10.1. Análisis Vectorial de Cargas en el Inserto (TNMG)	12
10.2. Resumen de Esfuerzos y Factores de Seguridad Estructural Real	13
11. Metrología de Desgaste del Asiento Calibrado y Límites de Descarte	14
12. Recomendaciones Operativas y de Instalación Segura	15
12.1. Torque de Ajuste del Tornillo Torx de Sujeción	15
12.2. Mantenimiento del Asiento Geométrico Rebel-Shank	15
12.3. Control Crítico del Voladizo (Overhang Máximo)	15
13. Contenido del Kit (Empaque Profesional Industrial).....	15
14. Exclusión de Responsabilidad y Términos Legales de Operación	16
Aviso Legal y Corporativo de HEIN Herramientas Industriales.....	16



1. Filosofía de Operación y Propuesta de Valor

En el régimen de la manufactura por arranque de viruta en serie y alta producción, la estabilidad posicional de la arista de corte interactúa directamente con la precisión dimensional del diámetro mecanizado y la rugosidad superficial (parámetro Ra) de los componentes. El sistema portaherramientas de sección cuadrada recta HEIN Rebel-Shank constituye una unidad monobloque de sujeción rígida y alineación geométrica de alta resistencia mecánica.

El dispositivo está calculado mecánicamente para el montaje de insertos intercambiables de carburo de tungsteno de geometría triangular de doble cara con agujero central tipo TNMG. El diseño incorpora de forma nativa los ángulos de inclinación dorsal y lateral requeridos para el uso de pastillas indexables negativas. Esto vectoriza el flujo de la escoria, garantizando el correcto desprendimiento de la viruta, mitigando la formación de filo de aportación y eliminando por completo el rozamiento del cuerpo contra la pieza de trabajo.

Su rigidez prismática está optimizada para soportar fuerzas de corte severas en operaciones de cilindrado a 90,0 grados exactos, refrentado y escuadrado exterior sin dejar escalones, asegurando una estabilidad posicional inmune a los picos de presión dinámica en el taller.

2. Especificaciones de Materiales y Procesos de Manufactura

2.1. Metalurgia del Acero Macizo HEIN® de Alta Tenacidad Nuclear

Para neutralizar la flexión elástica transitoria bajo regímenes de corte severos, el cuerpo del portaherramientas se fabrica a partir de barras sólidas de Acero de Alta Ingeniería HEIN® de Tenacidad Nuclear, bajo los criterios metalúrgicos normalizados por la norma internacional ISO 4957. Este sustrato metalúrgico ha sido seleccionado bajo estrictos criterios de fatiga mecánica para absorber impactos intermitentes severos (tales como el torneado de barras hexagonales o piezas previamente ranuradas) sin experimentar deformación permanente en el piso de producción.

El cuerpo es sometido a un tratamiento térmico integral de temple y revenido controlado (Bonificado) en atmósfera protegida de gas inerte, alcanzando una dureza homogénea que se sitúa de forma estricta en un rango de 40,0 a 45,0 HRC. Esta consistencia estructural de alta gama previene el aplastamiento del asiento calibrado del inserto y protege los filetes de la rosca interior frente al torque continuo exigido por la carga de sujeción industrial.

2.2. Acabado de Superficie Avanzado (Níquel Electroless Premium)

El vástago cuadrado cuenta con un recubrimiento de Níquel Químico de Medio Fósforo (con una composición metalúrgica del 6,0 % al 9,0 % de P), depositado mediante un proceso de transferencia autocatalítica de alta precisión. Aporta las siguientes propiedades tribológicas críticas en el taller:



- **Dureza Superficial:** Provee una dureza superior a los 50,0 HRC directamente en las zonas de fricción del vástago expuestas a la presión de apriete de las mordazas de la torreta.
- **Protección Química Activa:** Ofrece una barrera absoluta contra la corrosión generada por fluidos de corte sintéticos y solubles alcalinos, superando de forma drástica el ciclo de vida útil del pavonado negro convencional.

3. Homologación Normativa y Alcance Internacional

Para permitir una inmediata interoperabilidad global del producto y eliminar barreras comerciales internacionales en las líneas de ensamble, el portaherramientas se diseña bajo un estricto criterio de equivalencia multi-estándar:

3.1. Codificación Americana (Norma ANSI B212.1)

Las dimensiones nominales de la sección cuadrada del vástago (expresadas en pulgadas fraccionales), la longitud total de la barra y el ángulo de ataque perimetral responden de manera exacta al sistema de designación normalizado por el mercado americano.

3.2. Codificación Internacional (Norma ISO 5610 / DIN ISO 5610)

El herramental se encuentra plenamente homologado bajo la norma internacional que rige las dimensiones de montaje y las formas geométricas de los portaherramientas de sujeción para torneado exterior, adaptándose a zancos métricos equivalentes con tolerancia h6.

3.3. Sistema de Sujeción Mecánica e Intercambiabilidad

La ranura calibrada se fabrica bajo tolerancias restrictivas micrométricas internacionales compatibles con insertos triangulares con agujero cilíndrico central regulados por la norma ISO 1832. El orificio roscado de fijación y el tornillo Torx de acoplamiento se unifican bajo las especificaciones de la norma internacional ISO 5610 e ISO 14581, utilizando roscas métricas de precisión y cabezas Torx industriales avellanadas estándar Clase 12.9, garantizando el correcto asentamiento periférico de la pastilla intercambiable. Asimismo, el marcado de origen por grabado láser cumple estrictamente con los requisitos comerciales vigentes de la región, bajo conformidad regulatoria absoluta con la norma oficial mexicana NOM-050-SE-2020 (especificaciones generales de información comercial).

4. Matriz de Especificaciones Físicas y Homologación ANSI/ISO

La siguiente matriz unifica las claves oficiales de venta de la marca HEIN® con las nomenclaturas normalizadas internacionales para un estricto control de inventarios:



Catálogo Técnico General de la Línea Rebel-Shank (Modelos de Producción)

- **Código de Venta HEIN: HN-RS-050-33R**

Nomenclatura Estándar ISO: STGCR 084-3

Sección Cuadrada (H x B): 1/2" (12,70 mm) | Longitud Total (L): 4,0" (100,00 mm)

Tipo de Corte: Derecho | Inserto Compatible: TNMG 33X

- **Código de Venta HEIN: HN-RS-050-33L**

Nomenclatura Estándar ISO: STGCL 084-3

Sección Cuadrada (H x B): 1/2" (12,70 mm) | Longitud Total (L): 4,0" (100,00 mm)

Tipo de Corte: Izquierdo | Inserto Compatible: TNMG 33X

- **Código de Venta HEIN: HN-RS-050-33N**

Nomenclatura Estándar ISO: STGCN 084-3

Sección Cuadrada (H x B): 1/2" (12,70 mm) | Longitud Total (L): 4,0" (100,00 mm)

Tipo de Corte: Neutro | Inserto Compatible: TNMG 33X

- **Código de Venta HEIN: HN-RS-062-33R**

Nomenclatura Estándar ISO: STGCR 104-3

Sección Cuadrada (H x B): 5/8" (15,87 mm) | Longitud Total (L): 4,0" (100,00 mm)

Tipo de Corte: Derecho | Inserto Compatible: TNMG 33X

- **Código de Venta HEIN: HN-RS-062-33L**

Nomenclatura Estándar ISO: STGCL 104-3

Sección Cuadrada (H x B): 5/8" (15,87 mm) | Longitud Total (L): 4,0" (100,00 mm)

Tipo de Corte: Izquierdo | Inserto Compatible: TNMG 33X

- **Código de Venta HEIN: HN-RS-062-33N**

Nomenclatura Estándar ISO: STGCN 104-3

Sección Cuadrada (H x B): 5/8" (15,87 mm) | Longitud Total (L): 4,0" (100,00 mm)

Tipo de Corte: Neutro | Inserto Compatible: TNMG 33X

- **Código de Venta HEIN: HN-RS-075-44R**

Nomenclatura Estándar ISO: STGCR 125-4

Sección Cuadrada (H x B): 3/4" (19,05 mm) | Longitud Total (L): 5,0" (125,00 mm)

Tipo de Corte: Derecho | Inserto Compatible: TNMG 44X

- **Código de Venta HEIN: HN-RS-075-44L**

Nomenclatura Estándar ISO: STGCL 125-4

Sección Cuadrada (H x B): 3/4" (19,05 mm) | Longitud Total (L): 5,0" (125,00 mm)

Tipo de Corte: Izquierdo | Inserto Compatible: TNMG 44X

- **Código de Venta HEIN: HN-RS-075-44N**

Nomenclatura Estándar ISO: STGCN 125-4

Sección Cuadrada (H x B): 3/4" (19,05 mm) | Longitud Total (L): 5,0" (125,00 mm)

Tipo de Corte: Neutro | Inserto Compatible: TNMG 44X

- **Código de Venta HEIN: HN-RS-100-44R**

Nomenclatura Estándar ISO: STGCR 166-4

Sección Cuadrada (H x B): 1" (25,40 mm) | Longitud Total (L): 6,0" (150,00 mm)

Tipo de Corte: Derecho | Inserto Compatible: TNMG 44X



- **Código de Venta HEIN: HN-RS-100-44L**

Nomenclatura Estándar ISO: STGCL 166-4

Sección Cuadrada (H x B): 1" (25,40 mm) | Longitud Total (L): 6,0" (150,00 mm)

Tipo de Corte: Izquierdo | Inserto Compatible: TNMG 44X

- **Código de Venta HEIN: HN-RS-100-44N**

Nomenclatura Estándar ISO: STGCN 166-4

Sección Cuadrada (H x B): 1" (25,40 mm) | Longitud Total (L): 6,0" (150,00 mm)

Tipo de Corte: Neutro | Inserto Compatible: TNMG 44X

5. Guía Cinemática de Selección según la Trayectoria de Maquinado

La correcta vectorización de las fuerzas de corte exige la selección del estilo de portaherramientas en estricta conformidad con la dirección del avance de la mesa, el carro longitudinal y la geometría de la pieza a procesar.

5.1. Portaherramientas Derechos (STGCR) e Izquierdos (STGCL)

Estas unidades cuentan con un ángulo de posición (ángulo de ataque principal) calibrado de forma nativa a 91,0 grados exactos respecto al eje de simetría de la pieza de trabajo. Están calculadas para operaciones de alta severidad mecánica:

- **Cilindrado Exterior (Torneado Longitudinal):** Remoción de material sobre el diámetro exterior avanzando en dirección al husillo principal. El ángulo de 91,0 grados dirige el vector de la fuerza tangencial hacia las guías rígidas de la bancada.
- **Refrentado Avanzado (Refrentado Frontal):** Maquinado de la cara frontal plana de la pieza, avanzando radialmente desde la periferia exterior hacia el centro geométrico de revolución.
- **Torneado de Desbaste Pesado:** Optimiza el uso de insertos negativos de carburo de tungsteno tipo TNMG, de manera que se aprovecha la fuerza del plano negativo para soportar grandes profundidades de pasada de material.
- **Conformado de Hombros Rectos a 90,0 Grados:** Permite generar superficies lisas y hombros a 90 grados precisos debido a la holgura libre provista por su ángulo de posición de ataque de 91,0 grados.

5.2. Portaherramientas Neutros (STGCN)

Estas configuraciones simétricas posicionan el filo cortante alineado exactamente sobre el eje longitudinal central del zanco porta-inserto:

- **Copiado y Perfilado Bidireccional:** Capacidad cinemática de avanzar en ambas direcciones (hacia la izquierda o hacia la derecha) para seguir contornos geométricos complejos o radios.
- **Torneado en Ambos Sentidos:** Optimiza los tiempos de ciclo en tornos automáticos CNC al eliminar por completo los recorridos de posicionamiento en vacío de las torretas portaherramientas.



- **Mecanizado en Espacios Confinados:** Un solo portaherramientas neutro Rebel-Shank puede realizar el trabajo de uno derecho y uno izquierdo en ciertas geometrías dentro de torretas con espacio limitado de indexación.
- **Chaflanes y Biseles Simétricos:** Excelente para maquinar ángulos y biseles de 45 grados de manera simétrica en un solo paso operacional en el taller.

6. GUÍA METROLÓGICA DE SELECCIÓN DE INSERTOS

Para garantizar un correcto acoplamiento mecánico en el asiento del portaherramientas Rebel-Shank y asegurar la repetibilidad posicional, el usuario debe seleccionar los insertos comerciales bajo las siguientes directrices analíticas de taller:

Matriz de Compatibilidad y Selección Rápida según la Operación

- **Proceso: Desbaste Pesado Industrial**

Código de Inserto Comercial: TNMG 160412 / TNMG 220412

Radio de Punta Recomendado: 1,20 mm | Rompevirutas: Geometría pesada (Fijación robusta)

Material Base: Carburo con recubrimiento CVD (Al₂O₃) para alta resistencia térmica.

- **Proceso: Mecanizado General / Medio**

Código de Inserto Comercial: TNMG 160408 / TNMG 220408

Radio de Punta Recomendado: 0,80 mm | Rompevirutas: Geometría media (Propósito general)

Material Base: Carburo con recubrimiento PVD (TiAlN) para tenacidad ante impactos.

- **Proceso: Acabado de Alta Precisión**

Código de Inserto Comercial: TNMG 160404 / TNMG 220404

Radio de Punta Recomendado: 0,40 mm | Rompevirutas: Geometría positiva de bajo esfuerzo

Material Base: Cermet o Carburo micrograno para excelente rugosidad superficial (Ra).

6.2. Directrices de Selección y Desglose del Código ISO (Norma ISO 1832)

Para capacitar al personal técnico en la correcta elección del consumible comercial sin depender de marcas específicas, se desglosa el significado de la codificación estándar internacional obligatoria para las pastillas intercambiables compatibles con el sistema Rebel-Shank:

- **Primera Letra (T) - Geometría:** Indica que la pastilla es Triangular con un ángulo de vértice de 60 grados. Esta forma geométrica provee un balance óptimo entre resistencia del filo y versatilidad para cilindrado y refrentado simultáneo.
- **Segunda Letra (N) - Ángulo de Incidencia:** Especifica que el inserto es Negativo (ángulo de incidencia de 0 grados). Esto significa que la pastilla tiene aristas de corte utilizables en ambas caras (doble cara, ofreciendo hasta 6 filos útiles en total), requiriendo que el Rebel-Shank incorpore una inclinación nativa en su asiento para proveer la holgura de corte en la pieza.



- **Tercera Letra (M) - Clase de Tolerancia:** Define la precisión de fabricación de la pastilla (tolerancia en el espesor y dimensiones del contorno). La Clase M es el estándar industrial para operaciones de desbaste y maquinado medio. Para acabados micrométricos severos, se puede sustituir por la Clase G (rectificado perimetral de alta precisión).

- **Cuarta Letra (G) - Tipo de Sujeción/Rompevirutas:** Indica que el inserto posee un agujero cilíndrico central de fijación y rompevirutas en ambas caras geométricas, permitiendo el paso del tornillo Torx avellanado del Rebel-Shank.

- **Primeros dos Dígitos (16 o 22) - Longitud del Filo:** Representa la dimensión nominal de la arista de corte en milímetros (16 mm o 22 mm). Debe coincidir exactamente con el tamaño del cajeado

del Rebel-Shank seleccionado en el catálogo (Series 33X o 44X respectivamente).

- **Segundos dos Dígitos (04) - Espesor de la Pastilla:** Determina que el inserto tiene un grosor normalizado de 4,76 mm desde la cara superior a la inferior, calculado estructuralmente para soportar las fuerzas tangenciales de desbaste pesado sin fracturarse.

- **Últimos dos Dígitos (04 / 08 / 12) - Radio de Punta:** Es la variable tribomecánica más crítica para el operador en piso:

- **Radio 04 (0,40 mm):** Destinado estrictamente para Acabado de Alta Precisión. Suprime la fuerza radial, elimina el riesgo de flexión elástica en el zanco y genera una rugosidad superficial Ra mínima (acabado terso).
- **Radio 08 (0,80 mm):** Configuración de Propósito General. Ideal para maquinado medio y cilindrados estándar con un excelente control de viruta helicoidal.
- **Radio 12 (1,20 mm):** Exclusivo para Desbaste Pesado Industrial. Maximiza la masa de carburo en el vértice para absorber el choque mecánico intermitente severo y soportar altas profundidades de pasada (ap).

7. Matriz de Control de Altura de Centro y Corrección de Conicidad

El alineamiento del vértice de corte respecto al eje de revolución del husillo es una variable mandatoria. Un desalineamiento vertical modifica los ángulos geométricos nativos de la arista, induciendo errores dimensionales crónicos en el diámetro final de la pieza.

7.1. Impacto Tribomecánico del Desfase de Centro

- **Montaje sobre el Centro (Positivo):** Incrementa el ángulo de ataque dorsal efectivo y reduce el ángulo de incidencia real del inserto comercial TNMG. El flanco de la herramienta experimenta rozamiento abrasivo continuo contra el diámetro exterior cilíndrico de la barra, elevando la temperatura de la interfaz y generando deflexiones mecánicas severas por fuerza radial parásita.



- **Montaje bajo el Centro (Negativo):** Aumenta de forma artificial el ángulo de incidencia, pero debilita el plano de desprendimiento de la viruta. El vértice de corte se expone a fuerzas de tracción extremas que fracturan el consumible por astillamiento de impacto, provocando hombros cónicos con desvíos críticos del perfil cilíndrico lineal.

7.2. Secuencia de Calibración Mediante Lainas de Precisión en Torreta

Para corregir la actitud geométrica del Rebel-Shank en tornos convencionales o torretas que carezcan de ajuste micrométrico integrado, se establece la siguiente secuencia de piso:

1. Posicione el portaherramientas firmemente dentro de la estación de la torreta o carro porta-herramientas.
2. Aproxime la punta del inserto comercial contra la cara de un punto muerto montado en el contrapunto o un contra-centro rectificado de precisión.
3. Utilice un calibrador de altura óptico o un indicador micrométrico para registrar la Variación de Altura Lineal (TIR) respecto a la línea cero del eje del husillo.
4. Si se registra un desfase negativo, introduzca lainas de acero calibradas (espesores rectificadas de precisión desde 0,05 mm hasta 0,50 mm) debajo de la superficie niquelada inferior del vástago.
5. El error máximo de altura de centro admitido en piso es de 0,050 mm. Cualquier desvío superior a este límite anula el control de conicidad y sobrepasa los márgenes seguros de deflexión elástica del cuerpo.

8. Sistema de Detección de Desviaciones Dinámicas y Acciones Correctivas

El torneado exterior somete al vástago prismático del portaherramientas a severas cargas mecánicas e impactos cíclicos. Ante la detección de fallas, despostillamientos o deficiencias en el acabado superficial de la pieza, el operador debe aplicar de inmediato la siguiente matriz de control tribológico en el piso de producción:

Resolución de Desviaciones del Consumible en Piso (Fallas y Soluciones)

- **Síntoma: Astillamiento del filo (Chipping) [Régimen: Amarillo / Uso General]**

Causa Raíz Probable: Presencia de vibración por flexión (chatter) debido a un voladizo superior a $3 \times h$ o un avance de mesa extremadamente bajo.

Impacto en el Herramental Base: Transmite micro-impactos cíclicos que fatigan prematuramente las cuerdas del orificio roscado de sujeción.

Acción Correctiva de Ingeniería: Reducir la longitud libre expuesta del zanco (voladizo).

Incrementar el avance un 15,0 % para forzar un corte estable.

- **Síntoma: Deformación Plástica del Vértice de Corte [Régimen: Rojo / Zona de Peligro]**

Causa Raíz Probable: Confinamiento térmico extremo en la interfaz de maquinado por operar a una velocidad de corte (V_c) excesiva.



Impacto en el Herramental Base: Transfiere altas tasas de calor por conducción que pueden ablandar el asiento niquelado de la barra.

Acción Correctiva de Ingeniería: Reducir de inmediato las RPM del husillo en el torno CNC.

Verificar el flujo constante y direccionamiento del fluido de corte directo.

- **Síntoma: Desgaste de Flanco Severo (VB) [Régimen: Cian / Estabilidad]**

Causa Raíz Probable: Fricción abrasiva continua a altas velocidades sobre materiales o aleaciones de gran dureza superficial.

Impacto en el Herramental Base: Incrementa de forma exponencial la fuerza radial parásita, deforma la rosca de apriete y aplasta el asiento calibrado.

Acción Correctiva de Ingeniería: Sustituir la pastilla comercial por un grado con recubrimiento grueso de Al₂O₃ o base de Cermet de alta dureza en caliente.

- **Síntoma: Filo de Aportación o Adhesión (Built-up Edge) [Régimen: Amarillo / Uso General]**

Causa Raíz Probable: Soldadura por presión térmica de las microvirutas en materiales altamente dúctiles (como Aceros Inoxidables o Aluminio).

Impacto en el Herramental Base: Altera el ángulo nativo de desprendimiento del inserto, provocando un severo rozamiento lateral del cuerpo contra la pieza.

Acción Correctiva de Ingeniería: Incrementar la velocidad de corte (Vc) para salir de la zona térmica de adhesión. Utilizar aceites pesados sulfo-clorados.

9. Modelado Matemático: Análisis de Resistencia a la Flexión

Este análisis modela analíticamente el cuerpo del portaherramientas como una viga corta maciza empotrada en voladizo (cantilever), sujeta a las fuerzas vectoriales críticas generadas por el arranque de viruta en la punta del inserto intercambiable. Las variables se acotan bajo lo estipulado en la norma internacional ISO 80000-4.

9.1. Propiedades Elásticas de la Sección del Vástago (Tratamiento a 42,5 HRC Nominal)

- Módulo de Elasticidad Estructural (E): 200 GPa.
- Límite de Fluencia Estructural Promedio (Sy): 530 MPa.
- Esfuerzo Cortante de Fluencia Admisible (τ_y): 305,8 MPa. *Nota: Calculado bajo la relación analítica de energía de distorsión de Von Mises: $\tau_y = 0,577 \cdot S_y$.*

9.2. Ecuaciones Constitutivas de Deflexión Elástica en Operación

La fuerza total de corte (F_{total}) actúa sobre la longitud libre expuesta del voladizo (L_{voladizo}). La deflexión elástica máxima (δ) en el extremo libre del portaherramientas se rige bajo la siguiente expresión lineal pura de mecánica de materiales:

$$\delta = (F_{total} \times L_{voladizo}^3) / (3 \times E \times I)$$

Donde el Momento de Inercia (I) para la sección cuadrada sólida de lado o altura "h" se calcula formalmente como:



$$I = h^4 / 12$$

El esfuerzo normal de flexión (σ) en la sección crítica de empotre del carro portaherramientas se encuentra estrictamente acotado por la relación:

$$\sigma = (6 \times F_{\text{total}} \times L_{\text{voladizo}}) / h^3$$

10. Dinámica Vectorial y Distribución de Cargas Mecánicas

10.1. Análisis Vectorial de Cargas en el Inserto (TNMG)

Durante el arranque de viruta, la arista de la pastilla comercial experimenta la acción simultánea de tres vectores de fuerza ortogonales, acotados bajo la norma ISO 13399:

- **Fuerza Tangencial (F_{tan}):** Actúa como la componente principal de corte. Presiona la punta de la herramienta verticalmente hacia abajo, siendo la mayor responsable del momento flector generado sobre el eje libre y el punto de empotre del vástago.
- **Fuerza de Avance (F_{av}):** Vector paralelo al eje axial de la pieza de trabajo (Dirección X). Empuja la herramienta en sentido contrario al desplazamiento del carro longitudinal de la máquina.
- **Fuerza Radial (F_{rad}):** Componente perpendicular (Eje Y) que tiende a separar la herramienta de la pieza mecanizada, influyendo directamente en el acabado superficial y en el control de las tolerancias dimensionales del diámetro.

Matriz de Deflexión Estructural e Índice de Rigidez según el Voladizo (Overhang)

- **Extensión Libre: Corta Distancia (15,0 mm)**

Deflexión por Modelos: Zanco 1/2": 7,0 μm | Zanco 5/8": 4,0 μm | Zanco 3/4": 2,0 μm | Zanco 1": 0,5 μm

Análisis de Rendimiento: El modelo de 1,000 in ofrece una rigidez prácticamente absoluta, anulando la vibración en piso.

- **Extensión Libre: Media Distancia (25,0 mm)**

Deflexión por Modelos: Zanco 1/2": 14,0 μm | Zanco 5/8": 8,0 μm | Zanco 3/4": 4,0 μm | Zanco 1": 1,5 μm

Análisis de Rendimiento: Parámetros ideales para tolerancias micrométricas críticas donde otros portaherramientas flectan.

- **Extensión Libre: Límite Estándar (35,0 mm)**

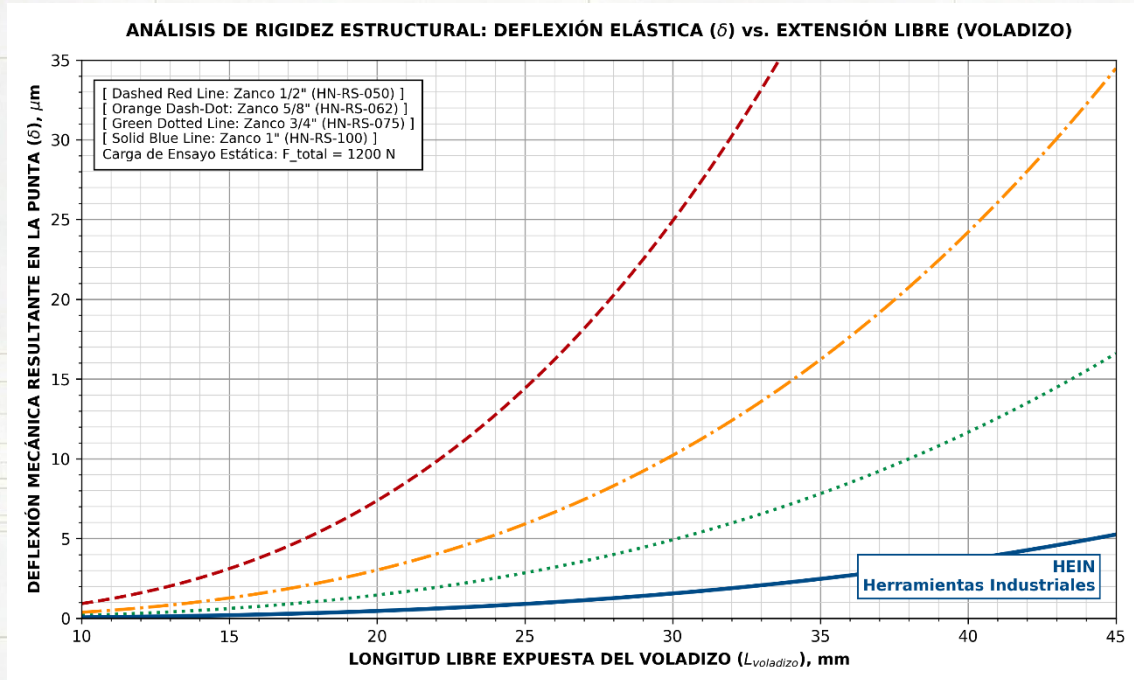
Deflexión por Modelos: Zanco 1/2": 23,0 μm | Zanco 5/8": 15,0 μm | Zanco 3/4": 8,0 μm | Zanco 1": 3,5 μm

Análisis de Rendimiento: Reducción de deflexión del 84,0 % en comparación con el modelo estándar comercial de 1/2".

- **Extensión Libre: Máxima Extensión (45,0 mm)**

Deflexión por Modelos: Zanco 1/2": 30,0 μm | Zanco 5/8": 21,0 μm | Zanco 3/4": 14,0 μm | Zanco 1": 6,0 μm

Análisis de Rendimiento: Permite desbastes pesados a longitudes críticas manteniendo el inserto TNMG comercial intacto.

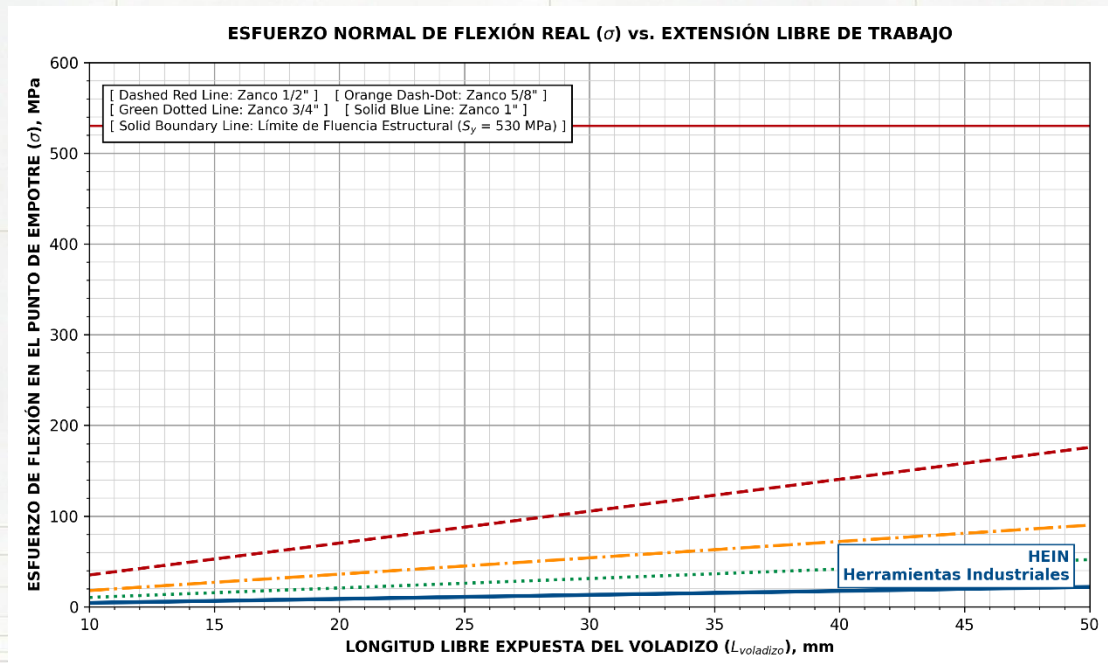


10.2. Resumen de Esfuerzos y Factores de Seguridad Estructural Real

Bajo regímenes estándar de remoción pesada industrial (profundidad de corte $a_p = 2,5$ mm, fuerza tangencial total estimada de $F_{\text{total}} = 1200$ N), el vástago de acero avanzado opera bajo los siguientes límites elásticos seguros:

- **Sección 1/2" ($h = 12,70$ mm) | Voladizo: 25,0 mm:** Esfuerzo de flexión $\sigma = 146,4$ MPa | Deflexión estructural $\delta = 11,2$ micras. Factor de Seguridad Elástico: $S_f = 3,62$ (Operación altamente segura / Acabado superficial óptimo).
- **Sección 5/8" ($h = 15,87$ mm) | Voladizo: 32,0 mm:** Esfuerzo de flexión $\sigma = 144,3$ MPa | Deflexión estructural $\delta = 11,6$ micras. Factor de Seguridad Elástico: $S_f = 3,67$ (Operación altamente segura / Acabado superficial óptimo).
- **Sección 3/4" ($h = 19,05$ mm) | Voladizo: 40,0 mm:** Esfuerzo de flexión $\sigma = 138,8$ MPa | Deflexión estructural $\delta = 11,3$ micras. Factor de Seguridad Elástico: $S_f = 3,81$ (Excelente estabilidad dinámica en operaciones de desbaste pesado).

- **Sección 1" (h = 25,40 mm) | Voladizo: 50,0 mm:** Esfuerzo de flexión $\sigma = 130,6$ MPa | Deflexión estructural $\delta = 10,4$ micras. Factor de Seguridad Elástico: $S_f = 4,05$ (Máxima rigidez estructural / Soportes pesados CNC en planta).



11. Metrología de Desgaste del Asiento Calibrado y Límites de Descarte

Para asegurar la repetibilidad posicional del vértice de corte y mitigar errores de conicidad crónicos por cabeceo dinámico del inserto TNMG, el alojamiento porta-pastilla debe someterse a verificaciones periódicas cada 100 horas de maquinado en el taller, en sujeción con los principios de tolerancia geométrica de la norma **ISO 1101**.

- **Prueba Metrológica de Turno:** Con el alojamiento completamente vacío y limpio de micro-polvo de carburo, utilice un micrómetro de profundidad o un indicador de carátula para registrar la planicidad en las caras del asiento de acero bonificado.
- **Criterio PASA:** Las paredes y la base del asiento calibrado mantienen una deformación por compresión o hundimiento menor o igual a **0,025 mm**. El zanco conserva su rigidez de acuñamiento y se valida como apto para continuar operando en la torreta.
- **Criterio NO PASA:** Si el asiento registra un aplastamiento o deformación plástica permanente superior a los **0,025 mm** debido a la fuerza tangencial severa, el inserto perderá su soporte perimetral sólido. El carburo de tungsteno experimentará micro-vibraciones destructivas y astillamiento prematuro, arruinando el acabado R_a de la pieza. El portaherramientas Rebel-Shank debe retirarse de inmediato de servicio y descartarse de forma definitiva como desecho industrial irreparable.



12. Recomendaciones Operativas y de Instalación Segura

12.1. Torque de Ajuste del Tornillo Torx de Sujeción

Para asegurar la inmovilidad total del inserto TNMG comercial y anular las vibraciones armónicas que destruyen el filo de corte primario en el taller, el operario debe aplicar estrictamente los siguientes torques mediante un destornillador dinamométrico calibrado bajo la norma ISO 6789:

- **Modelos con inserto TNMG 33X (Series de 1/2" y 5/8"):** Fijar a un par torsional exacto de 2,5 N·m ($\pm 5\%$).
- **Modelos con inserto TNMG 44X (Series de 3/4" y 1"):** Fijar a un par torsional regulado en un rango hermético de 4,5 a 5,0 N·m ($\pm 5\%$).

12.2. Mantenimiento del Asiento Geométrico Rebel-Shank

Es mandatorio limpiar el alojamiento porta-pastilla con aire comprimido seco en cada cambio de esquina de corte del consumible. La acumulación de micro-polvo de carburo o virutas atrapadas debajo del inserto altera por completo los ángulos nativos de incidencia, reduce el soporte perimetral y provoca la fractura prematura del inserto por fatiga localizada.

12.3. Control Crítico del Voladizo (Overhang Máximo)

Nunca extienda la longitud libre expuesta de la herramienta dentro de la torreta más allá de 3 veces la altura del zanco (Relación lineal de frontera: $3 \times h$). Superar este límite operativo incrementará de manera cúbica la deflexión elástica (δ), induciendo problemas severos de vibración por flexión (chatter) que arruinan el acabado superficial de la pieza mecanizada.

13. Contenido del Kit (Empaque Profesional Industrial)

Cada unidad de despacho estándar de nuestra organización incluye de forma estricta los siguientes componentes, garantizando la trazabilidad metrológica y el correcto ensamble en las líneas de producción:

- **1 Cuerpo Cuadrado Porta-Inserto HEIN Rebel-Shank:** Medida estructural, sentido de corte nominal y código comercial oficial homologado según la selección de la Tabla 4.1.
- **1 Tornillo Torx de Alta Resistencia Clase 12.9: Componente de sujeción avellanado especial instalado de fábrica en el alojamiento roscado bajo especificaciones internacionales ISO 5610 e ISO 14581.**
- **1 Llave Torx Industrial de Grado de Impacto:** Herramienta técnica correspondiente a la medida exacta de ajuste del modelo seleccionado para operaciones en piso de producción.

Nota de Suministro Oficial: Este kit incluye los componentes mecánicos de sujeción y su respectiva llave de torque, pero no incluye los insertos consumibles de carburo de tungsteno, los cuales se adquieren por separado según el radio de punta y rompevirutas deseado para la metalurgia a mecanizar.



Embalaje Industrial de Resguardo: El dispositivo se introduce herméticamente en una bolsa plástica sellada con una película lubricante antioxidante, introducida dentro de una caja de cartón esbelto plastificado de alta resistencia con protección activa de inhibidor de corrosión por vapor (VCI) y etiquetado normado de la marca HEIN®, garantizando un inventariado limpio en almacén y protección activa hasta por 36 meses de almacenamiento estático.

14. Exclusión de Responsabilidad y Términos Legales de Operación

Aviso Legal y Corporativo de HEIN Herramientas Industriales

El presente Manual Técnico de Ingeniería y Operación Industrial ha sido desarrollado por el Departamento de Ingeniería de Manufactura y Tribología de HEIN Herramientas Industriales con fines estrictamente orientativos, ilustrativos e informativos. La información, algoritmos de deflexión elástica, ecuaciones de carga, matrices de rendimiento y rangos operativos contenidos en este documento representan estándares analíticos y de ingeniería general basados en ensayos bajo condiciones controladas de laboratorio y normativas internacionales (ISO / ANSI).

Debido a que el rendimiento real de un portaherramientas prismático de sección cuadrada y sus componentes de bloqueo está sujeto a variables fuera del control de nuestra organización — tales como, pero no limitado a: el estado termomecánico y la rigidez estructural de la maquinaria del usuario, las variaciones en la composición química de los lotes de materia prima, la calidad, marca y elección de los insertos de corte de terceros, la estabilidad de los fluidos de corte, la pericia del operador y la configuración precisa de los dispositivos de sujeción de la pieza—, HEIN Herramientas Industriales no asume ninguna responsabilidad legal, explícita o implícita, por daños directos, indirectos, incidentales, punitivos o consecuentes resultantes de la aplicación de los parámetros descritos en este documento.

Este documento no constituye una garantía comercial de rendimiento ni un contrato de obligatoriedad técnica para aplicaciones específicas. Es responsabilidad absoluta del usuario final calificar, validar e implementar los protocolos de seguridad industrial vigentes, así como realizar pruebas preliminares en piso de remoción de material para determinar la viabilidad elástica y mecánica de su proceso productivo. HEIN Herramientas Industriales se reserva el derecho de modificar, actualizar o suprimir el contenido técnico de este manual en cualquier momento y sin previo aviso, en concordancia con los avances de nuestra investigación científica y el desarrollo de nuevas tecnologías de manufactura.

Propiedad Intelectual de HEIN Herramientas Industriales:

El contenido de ingeniería, formulaciones analíticas de deflexión, curvas elásticas y tablas de rango de nuestra aleación propietaria avanzada de grado estructural detallados representan secreto industrial exclusivo. Queda estrictamente prohibida su distribución, copia, transferencia o reproducción total o parcial a terceros ajenos a la relación comercial sin el consentimiento previo por escrito emitido por el comité corporativo de la empresa.



CORPORATE & TECHNICAL OFFICE

HEIN® Herramientas Industriales

 **Ubicación:** Ciudad de México, México

(Operaciones Centrales)

- **Contacto Comercial y Enlace de Marcas:**
mailto:**corporate@heintools.com**
- **Ingeniería de Precisión y Cotizaciones:**
mailto:**solutions@heintools.com**
-  **Acceso a Catálogos y Documentación:**
- **<http://www.heintools.com>**

