

LECTURAS COMPLEMENTARIAS

Elementos de fijación en estructuras aeroespaciales

Autor: Santiago Poveda Martínez

ELEMENTOS DE FIJACIÓN EN ESTRUCTURAS AEROESPACIALES

Santiago Poveda Martínez

Introducción

El objeto de este trabajo es familiarizar al lector con los distintos elementos de unión utilizados en la construcción de las estructuras de vehículos aeroespaciales y sus componentes y proporcionar criterios básicos de selección.

Estructuras

La estructura de una aeronave está formada por multitud de piezas fabricadas a partir de chapas, perfiles extruidos, tubos, piezas forjadas, moldeadas, mecanizadas, etc. que deben unirse entre sí para constituir subconjuntos, que a su vez terminarán por formar la aeronave.

Las uniones pueden ser en una primera clasificación: permanentes o desmontables, en las primeras la separación entre las piezas no puede realizarse salvo que se rompa alguna de las piezas, en las segundas el desmontaje puede realizarse sin deteriorar ninguna de ellas y por tanto se pueden volver a montar.

En una segunda clasificación es considerarlas rígidas o elásticas, en las primeras el conjunto resultante se comporta como un sólido rígido es decir no existe la posibilidad de desplazamientos relativos, y en las segundas existe la posibilidad de un desplazamiento relativo entre algunas de las piezas bajo la acción de una fuerza, recuperándose la posición inicial al desaparecer ésta.

Como tercera clasificación es la de considerarlas totales o parciales, en las primeras no existe ningún grado de libertad entre las piezas, mientras que en las segundas existe uno o varios de los seis posibles (desplazamientos según los 3 ejes de coordenadas o giro alrededor de ellos)

En cuanto a los métodos de realización de las uniones pueden ser de forma directa o mediante elementos de unión.

Las uniones directas se basan en buscar formas geométricas complementarias entre la piezas a unir de forma que se impida el movimiento entre ellas, se consideran entre estos procedimientos el roscado directo, el zunchado, el engatillado o engrapado, el pinzado, etc.

Las uniones con elementos de unión son aquellas en que unos elementos auxiliares tales como tornillos, remaches o pegamentos son los encargados de mantener las piezas unidas.

Funciones de la estructura

Las funciones de las estructuras de aeronaves son:

- Definir la forma aerodinámica de la aeronave
- Soportar las cargas aerodinámicas, de peso, empuje, impactos, etc. que se producen en su servicio
- Proteger tanto a los equipos e instalaciones propias de la aeronave como a las persona o equipos transportados de las condiciones ambientales.

Las cargas que han de soportar las estructuras derivan de:

- Las condiciones de vuelo

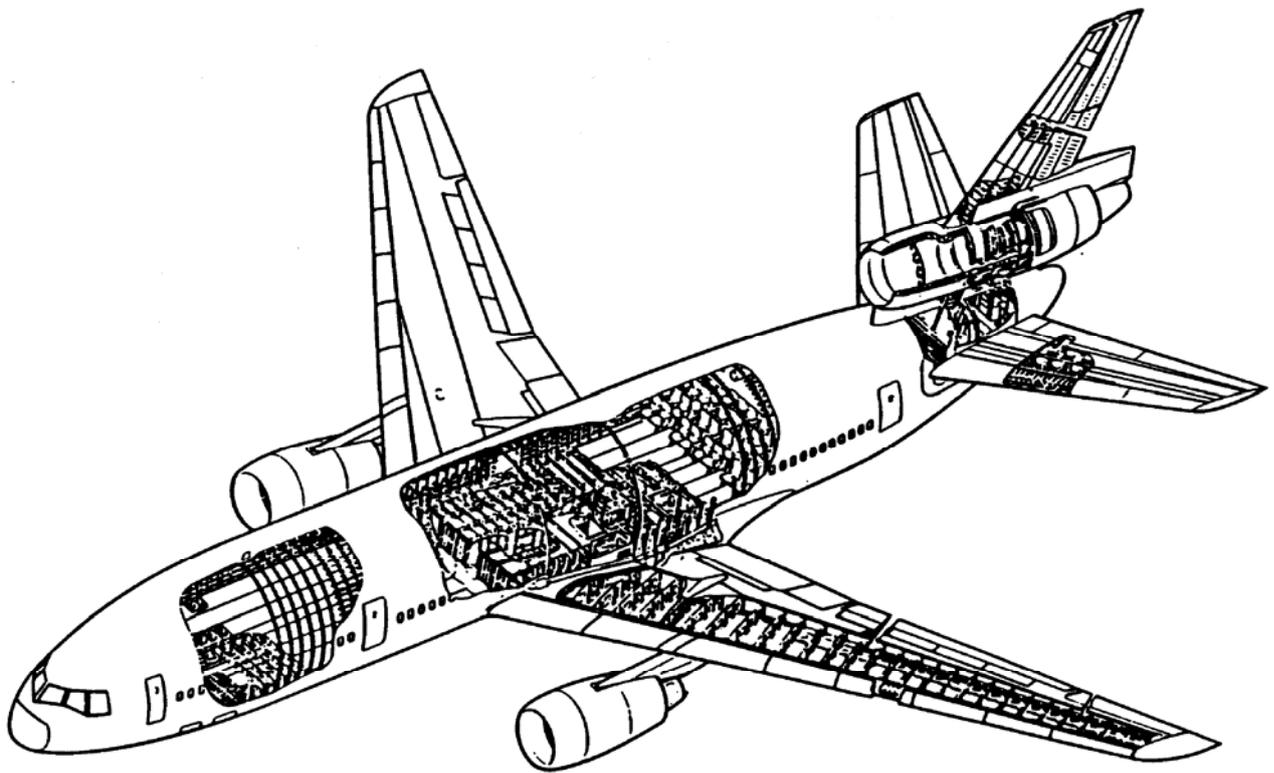
- Las condiciones en tierra
- Situaciones especiales (amerizajes, despegues extraordinarios)

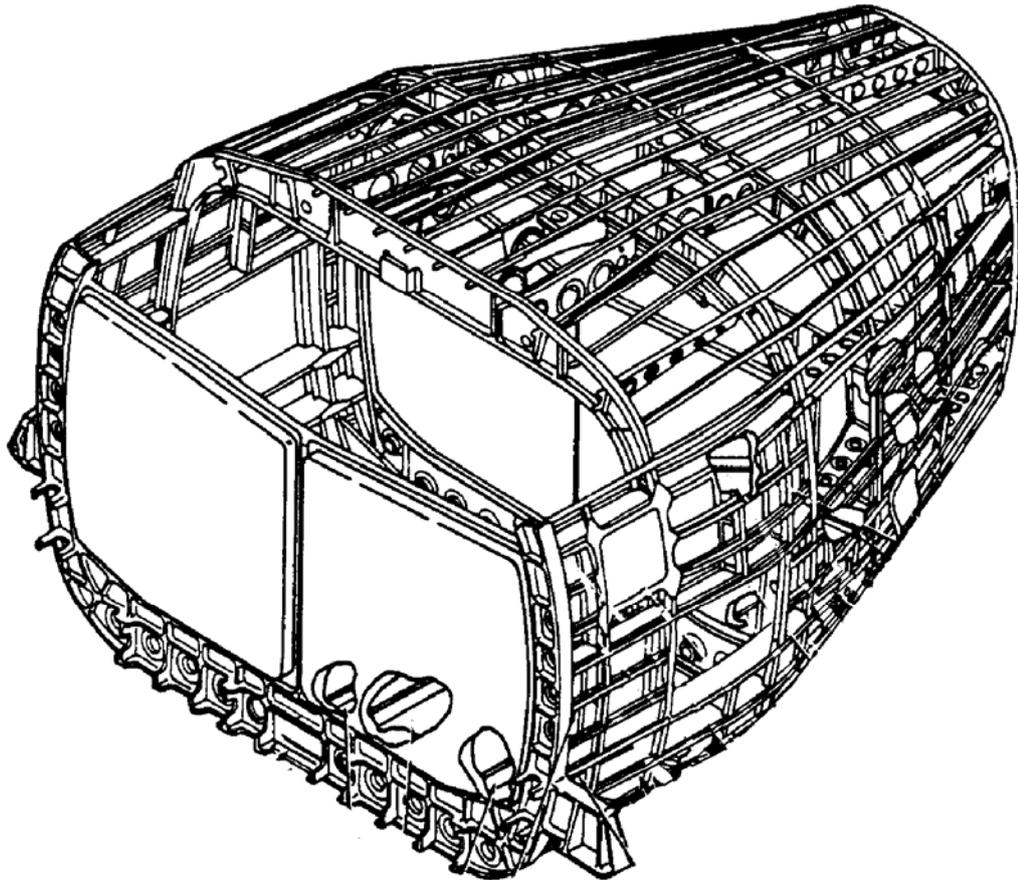
Su aparición puede ser de tipo aerodinámico en determinadas superficies (alas, estabilizadores, de mando) y también por el peso y la inercia. Una consecuencia inmediata de esto último, es la de tratar de construir las estructuras con un peso mínimo. Esta reducción de peso además implica mayor capacidad de carga útil y menor consumo.

Tipos de estructuras

Las estructuras de aeronaves están construidas en general con piezas a de metal de pequeño espesor, y que se unen entre si utilizando los criterios y métodos expuestos arriba. Por la forma en que se construyen se clasifican en:

Semimonocasco: estructuras formadas por un revestimiento y refuerzos transversales y longitudinales que hacen posible soportar los esfuerzos de compresión, flexión y torsión sin fallos del revestimiento. Es el tipo empleado con preferencia.





Monocasco: estructuras formadas por solo el revestimiento, estando la resistencia proporcionada por la chapa (depósitos simples)

Idealización de las estructuras

La estructura ideal sería aquella que estuviese realizada de una sola pieza, esto no es posible por razones técnicas y otras logísticas. Entre las primeras se encuentran las limitaciones técnicas derivadas de las máquinas utilizadas y los procesos de fabricación inherentes a ellas. Las segundas derivan del tamaño de las instalaciones, transporte, reparaciones, etc.

Por otra parte la mayor parte de los fallos en servicio de las estructuras se producen por las uniones, por lo siempre es aconsejable el utilizar el menor número de piezas en la constitución de una estructura, estas y por razones de ligereza se construyen en general a partir de chapas y perfiles de pequeño espesor (de 0,25 a 5mm).

Así por ejemplo, un ala ideal, sería aquella que estuviese construida en una sola pieza y de un material único, y en sola operación de fabricación; como el estado actual de la tecnología no permite tal solución, es necesario fabricarla en dos o más tramos y se generalmente se construye con estructura semi monocasco, en metal, se diseña para ser capaz de resistir momentos flectores, en los larguerillos y elementos de chapa distribuidos a lo largo de la periferia de cualquier sección transversal de la misma.

Los distintos tramos deben de diseñarse para ser unidos con un mínimo de cuatro elementos de fijación, que deben ser capaces de transferir las cargas de cada uno de los tramos al adyacente. Por tanto los elementos de fijación, deben de ser capaces de soportar las altas cargas concentradas en ellos y transferirlas a los largueros, larguerillos y chapas de revestimiento que forman cada tramo.

Naturalmente, si se construyese el ala en una sola pieza no aparecerían estas cargas concentradas en los elementos de fijación, ya que en principio no existirían, y serían distribuidas por el conjunto de los elementos estructurales.

Como quiera que pueden existir infinidad de incertidumbres en los procedimientos de fabricación e instalación en los elementos de fijación, como consecuencia de que pequeñas variaciones dimensionales pueden afectar considerablemente a la distribución de esfuerzos, suele considerarse un margen de seguridad del 15 % en el diseño de los mismos. Este factor se utiliza en todo tipo de uniones bien sean remachadas o atornilladas, a no ser que la estructura sea realizada en un solo tramo.

Como resumen podríamos decir que una estructura de aeronave debería de estar realizada como unidad única, de un solo material y en una sola operación de fabricación. Al no poder ser así, se crea la necesidad de que sea construida en varias unidades principales unidas mediante elementos de fijación de distinta índole (tornillos, remaches, soldadura, etc.)

Añadiremos que un factor de seguridad único para todos los casos de elementos de fijación y casos de carga no es lógico, ya que pueden aparecer situaciones en las que se encuentran efectos de carga dinámicos por choques, por ejemplo, los trenes de aterrizaje. En estos casos, el estudio de la fatiga en los elementos de fijación es fundamental.

Como consecuencia de su propia complejidad para el estudio y cálculo de las estructuras, se realizan simplificaciones en cuanto a los tipos de esfuerzos que se consideran en los distintos elementos constitutivos de la misma, así se estima que:

- Las chapas soportan únicamente esfuerzos cortantes
- Los largueros y larguerillos soportan solo carga axial
- Los esfuerzos cortantes son constantes en la sección transversal de los cordones.

Materiales utilizados

Los materiales utilizados en la construcción de las estructuras son en un determinado tipo de avión: aleaciones ligeras (74%) acero (14%), titanio (2%), materiales compuestos (10%), siendo estos porcentajes variables para otros modelos con tendencia a incrementarse el de los materiales compuestos con respecto a las aleaciones ligeras.

En cuanto a las formas se emplean chapas y perfiles extruidos y conformados a conveniencia

Uniones de piezas de poco espesor

Para tener criterios para seleccionar los elementos de fijación, es necesario conocer la forma de trabajo de los elementos que se tratan de unir y que forman la estructura de la aeronave.

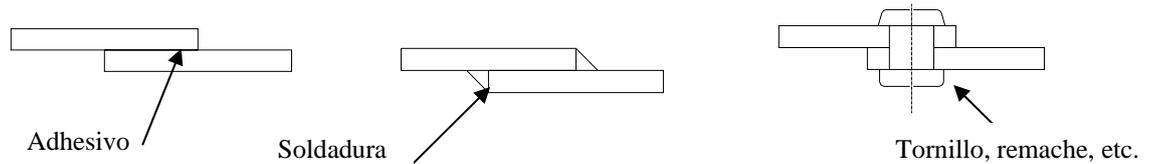
Las uniones de componentes de pequeño espesor se realiza de las formas siguientes.

Union a tope:

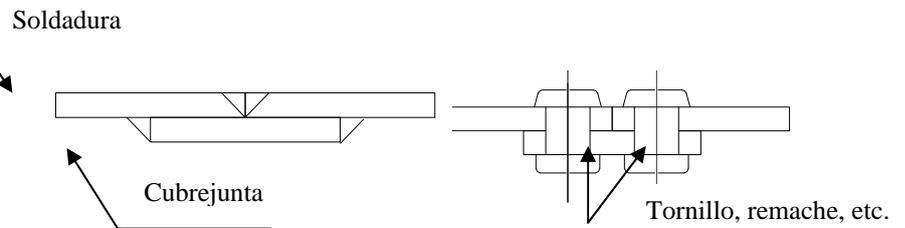
Solo puede realizarse mediante soldadura cuando los materiales admiten este procedimiento.



Uniones a solape:



Uniones con cubrejunta simple



Se utiliza cuando la superficie exterior debe de quedar sin resaltes. Como procedimientos se emplean los mismos que en la unión a solape, con la condición de que los remaches o tornillos han de ser de cabeza escondida.

Uniones con cubrejunta doble:

Son mas efectivas que las anteriores, el cubrejunta puede ser optimizando, de espesor de espesor igual a la mitad de la chapa a unir. En este caso los remaches o tornillos no tienen por que ser avellanados.



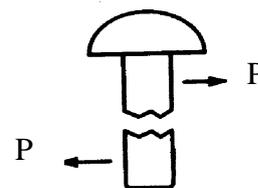
Aunque en las figuras anteriores se han representado uniones de chapas estos sistemas son generalizables a los casos en que han de unirse perfiles, donde los cubrejuntas pueden ser tanto chapas (cartelas) o piezas realizadas especialmente (clips)

Trabajo de los elementos de unión

Las formas en que se puede producir el fallo de las uniones se indican a continuación, siendo necesario determinar cual es la mas critica (carga mas baja) para tomarla como base de cálculo.

Cortadura del elemento de fijación: El elemento falla por cortadura en el vástago del elemento de fijación.

$$P = (F_{SU})_F \left(\frac{\pi}{4} \right) (D)^2$$

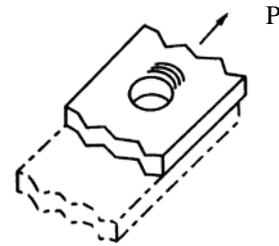


P = Valor de la carga mínima a la que se produce el fallo a cortadura del vástago
 F_{su} = Resistencia a la cortadura del elemento de fijación

D = Diámetro del vástago de elemento de fijación

Aplastamiento (bearing): Aplastamiento de la zona de la estructura adyacente al elemento de fijación.

$$P = (F_{BRU})(T)(D)$$



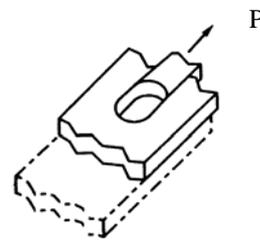
P = Valor de la carga mínima a la que se produce el fallo a aplastamiento del material

T = espesor de la chapa

D = Diámetro del vástago del elemento de fijación

Desgarro (Shear out): Desgarro de la zona de la estructura adyacente al elemento de fijación.

$$P = (F_{SU})(L)(T)(2)$$



P = Valor de la carga a la que se produce el desgarro del material de la chapa

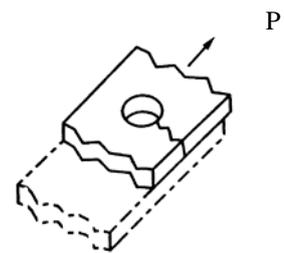
F_{SU} = Resistencia a cortadura del material

L = Distancia efectiva al borde del material o al próximo agujero (ver figuras)

T = Espesor del material

Tracción: Fallo por tracción en la estructura

$$P = (F_{TU})(T)(W - D)$$



P = Valor de la carga a la que se produce el fallo a tracción del material de la chapa

F_{TU} = Resistencia a tracción del material

T = Espesor del material

W = ancho de la chapa (ver figura)

D = Diámetro del agujero

Normalmente las uniones se diseñan tomando la resistencia al aplastamiento como valor crítico con preferencia a la resistencia a la cortadura por razones de seguridad contra el fallo (en cualquier caso y como se dijo anteriormente debe de comprobarse cual es la mas baja de las anteriores).

Los datos de resistencia se obtienen de tablas como las dadas en anexo y obtenidas del MIL- HDBK- 5E.

Consideraciones generales de diseño

Las uniones, probablemente constituyan la mayor fuente de fallos en las estructuras aeronáuticas (o de otra índole) y, por tanto, deben tenerse en consideración todos los aspectos relativos a su diseño cuando se realiza el análisis estructural. Los fallos pueden ocurrir por varias razones, pero generalmente porque algún factor, tales como esfuerzos secundarios debidos a excentricidades (los vectores de la carga no pasan por el elemento de fijación o por el centroide del conjunto de ellos), concentración de tensiones, deslizamiento entre conexiones, excesivas deformaciones, etc. o bien combinación de ellos, no ha sido tenido en cuenta, por lo que resulta difícil realizar una detallada evaluación de los mismos.

Los factores anteriores afectan no sólo a la resistencia estática, si no que además tienen gran influencia en la vida por fatiga de la unión y de la estructura adyacente.

Como líneas generales a tener en cuenta en el diseño de las uniones pueden considerarse las expuestas a continuación.

1. Excentricidades y su efecto en el elemento de unión y partes estructurales adyacentes:

Si existen excentricidades, el momento que producen las cargas deben ser soportados por la estructura adyacente.

Cuando una unión contenga un ángulo diedro (tal como en una estructura de ala), en el vértice debe de disponerse una costilla, con objeto de eliminar la excentricidad que podría existir.

En el armazón de una estructura, donde exista excentricidad, deben de considerarse los esfuerzos secundarios a los oportunos efectos de cálculo, ya que el conjunto de elementos de fijación se ve aumentado por ella.

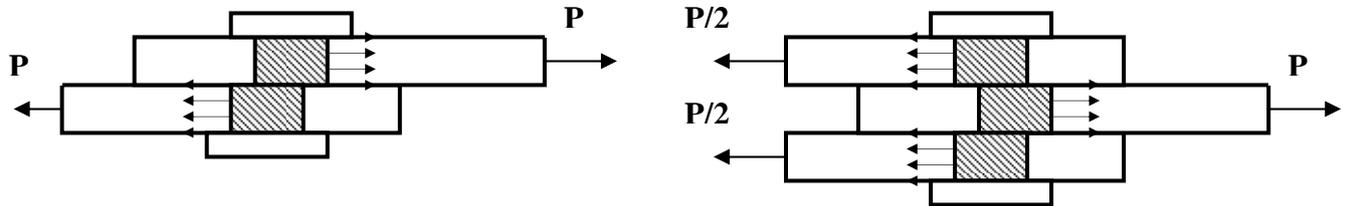
2. Consideraciones de fatiga.

3. No emplear mezcla de elementos de fijación tales como tornillos o remaches en combinación, ya que como consecuencia del mejor ajuste de los remaches, el reparto de transferencia de cargas no es proporcional, puesto que los tornillos no comienzan a trabajar hasta que la deformación de los remaches sea suficiente para que el juego de montaje de los tornillos sea absorbido. Esto tiende a sobrecargar los remaches y pueden generar fallos prematuros. Si la combinación es necesaria se deben de ajustar los tornillos lo máximo posible terminando los agujeros por escariado.

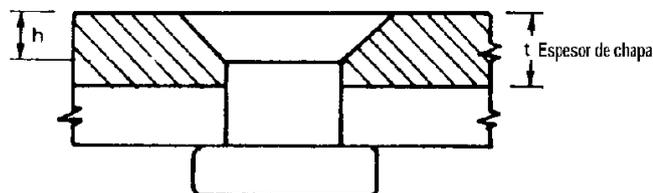
4. Eficiencia total, par lo que deben de considerarse los dos lados de la unión. Es posible diseñar una unión perfecta en un lado de la misma, penalizando con un excesivo peso en el otro. Debe de buscarse un compromiso entre la unión y la estructura de alrededor, por lo que la eficiencia total de todo el conjunto debe de tenerse como primera consideración, como se ve en la figura las fuerzas que actúan sobre un lado de la estructura se transmiten al otro lado por los elementos de fijación (en el caso de la existencia de cubrejuntas, de chapa a los elementos de fijación de estos a los cubrejuntas después a los elementos de fijación del otro lado y por último a la otra chapa) por ello se deben armonizar los espesores de la chapa con el de los cubrejuntas, el diámetro y número de elementos de fijación y los materiales constitutivos de las distintas partes de forma que se mantenga el equilibrio, de forma que:

Resistencia de la chapa = resistencia de los elementos = suma de las resistencias de los cubrejuntas.

Conseguido esto, se habrá prevenido la mayor parte de los problemas que pueden presentarse en la unión.



5. Los empalmes de miembros discontinuos, que actúan en conjunción con una pieza o piezas que son continuas, deben de realizarse tan rígidas como sea posible utilizando elementos generosos, que permitan el empleo de elementos de fijación con ajustes apretados, de forma se eviten las deformaciones entre las piezas y se provoquen sobrecargas en el material.
6. La insuficiente rigidez de la estructura en la zona de la unión puede causar excesivas deformaciones y consecuentemente cambios en dirección y magnitud de las cargas en determinadas uniones, como por ejemplo en las de trenes de aterrizaje.
7. No utilizar puntos de soldadura en cada lado de una unión de un elemento quebrantado; emplear remaches para este propósito.
8. No utilizar largas filas de elementos de fijación en empalmes. Ya que en tales casos los elementos de inicio y final son los que se cargan en primer lugar, hasta llegar al contacto de acoplamiento total entre superficies. *Se deben de utilizar tres o cuatro elementos de fijación por lado como máximo*, a no ser que se de una inclinación al espesor de la chapa de empalme y sea ésta cuidadosamente estudiada.
9. Poner una atención especial a las distancias resultantes de los avellanados. El espesor de una chapa, en la que existan avellanados, debe de ser igual o mayor de 1,5 veces la profundidad de avellanado, en piezas críticas en fatiga y en otras aplicaciones debe ser igual o mayor que esta profundidad mas 0,5 mm (0,02 pulgadas).



Remache cabeza avellanada

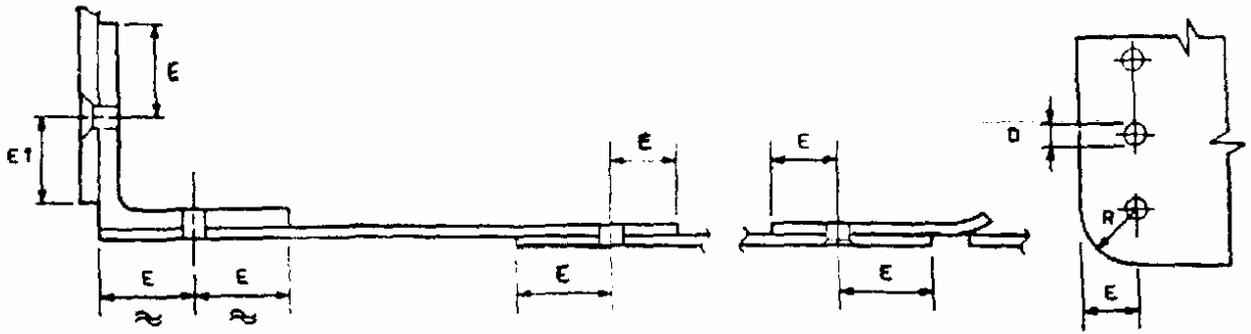
10. Siempre que sea posible, realizar empalmes de forma que el elemento de fijación trabaje a doble cortadura (doble cubrejunta).
11. Mantener la distancia entre elementos de fijación aproximadamente a cuatro veces el diámetro del elemento o ligeramente mayor aún.

12. Elegir cuidadosamente las tolerancias de ajuste de los elementos de fijación, ya que el aprieto produce cargas de tensión sostenidas con efectos beneficiosos en cuanto a evitar de grietas en el material de las piezas unidas.
13. En la instalación de elementos de fijación, es primordial el mantenimiento de la distancia a los bordes y el espaciado, en la figura 2 y en la tabla 1 se indican valores recomendados como referencia; distancias de 1,5 veces el diámetro sólo pueden considerarse en casos excepcionales.
14. El diseño de uniones en los que los remaches trabajen sólo a tracción, constituye una practica no deseable y debe realizarse con las máximas restricciones posibles. Cuando una carga de tensión secundaria sea impuesta a un remache de aluminio (como en el caso de la unión de una barra de nervadura a un larguero), utilizar como carga de resistencia a la de tracción del remache, la obtenida mediante pruebas para el conjunto remache chapa. Existen datos experimentales sobre estos casos (ver tablas de anexo).

Nota importante: Todos los datos proporcionados en esta publicación deben de tomarse como referencia, ya que los distintos fabricantes pueden utilizar otros distintos en función de su experiencia.

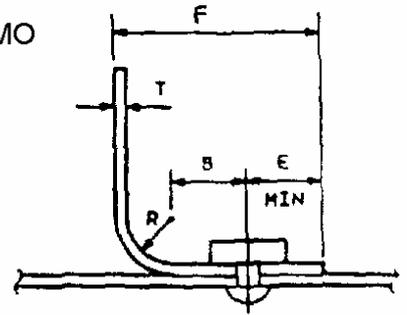
Tabla 1

DIAMETRO NOMINAL		REMACHES: MONEL Y TITANIO				TORNILLOS			
		E		E1		B min.		E	
mm	In	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in
2.4	3/32	7.0	0.276	4.0	0.157				
3.2	1/8	8.0	0.315	5.0	0.197				
3.6	9/64	8.5	0.335	5.5	0.217				
4.0	5/32	9.0	0.354	6.0	0.236	7.0	0.276	8.0	0.315
4.8	3/16	11.0	0.433	7.0	0.276	9.0	0.354	10.0	0.394
5.6	7/32	12.0	0.472	8.0	0.315	-	-	-	
6.4	1/4			9.0	0.354	10.0	0.394	11.0	0.433
7.9	5/16					12.0	0.472	13.0	0.512
9.5	3/8					14.5	0.571	16.0	0.630
11.1	7/16					16.5	0.650	17.0	0.669



E= DISTANCIA A LOS BORDES
 PARA REMACHES EN ALEACION DE ALUMINIO 2D MINIMO
 PARA REMACHES EN MONEL Y TITANIO VER TABLA
 PARA TORNILLOS Y HILOK VER TABLA
 R=E
 F MINIMO= E+B+R+T

ESPACIADO UNA FILA
 REMACHES DE DIAMETRO 5/32 O MENOS 4D MINIMO
 REMACHES DE 3/16 O MAYORES 3,5D MINIMO
 PARA ESPACIADO MAS APRETADO UTILIZAR DOS O
 MAS FILAS



ELEMENTOS DE FIJACIÓN

Por razones de economía, el ingeniero en el diseño inicial, (también en las de reparaciones y mantenimiento) debe tender a utilizar el menor número posible de elementos de fijación (una cantidad elevada significa mayor costo de adquisición y trabajo de colocación), especialmente en aquellos casos en que se utilicen para conectar partes que deban transmitir grandes cargas. Así por ejemplo, en un ala, el realizar su partición en las proximidades del eje de simetría de la aeronave es mas costoso, en cuanto a número y dimensiones de los elementos de fijación a utilizar, que si realiza en zonas alejadas del mismo, donde las cargas, y por tanto las piezas constituyentes, estarán menos cargadas.

Evitar cambios de dirección en miembros pesados, tales como vigas de ala y largueros de fuselaje, eludir la necesidad de emplear grandes elementos de fijación. Si necesariamente se requiere realizar uniones en tales vigas, se deben de efectuar las uniones en los puntos de inflexión, para conseguir que los momentos flectores se mantengan en los valores mas bajos posibles.

En el diseño de columnas, con uniones en sus extremos, evitar el introducir cargas excéntricas, puesto que éstas facilitan el pandeo, aún a costa de incrementar el peso de las piezas terminales de unión, ya que ello redundará en un ahorro en peso de la columna.

Para poder realizar un buen diseño inicial de una unión, o una reparación fiable y económica, el ingeniero debe poseer buenos conocimientos de los procedimientos de fabricación y de las operaciones de montaje, ya que el coste de la realización de las uniones varía, enormemente, en función de la forma de las piezas a unir y de los elementos de fijación elegidos. Un mal diseño puede hacer necesario utilizar utillaje de montaje muy caro y sistemas de inspección complicados, con especial incidencia en el mantenimiento posterior.

El análisis de esfuerzos en las uniones de piezas de estructura primaria, resulta complicado por la combinación de esfuerzos debidos a concentración de tensiones, tolerancias de ajuste en agujeros, efectos de fatiga, etc. por esta razón se debe dar un factor de seguridad adicional a las conexiones, para mantener un grado satisfactorio de fiabilidad en las uniones y articulaciones.

Factor de seguridad de uniones:

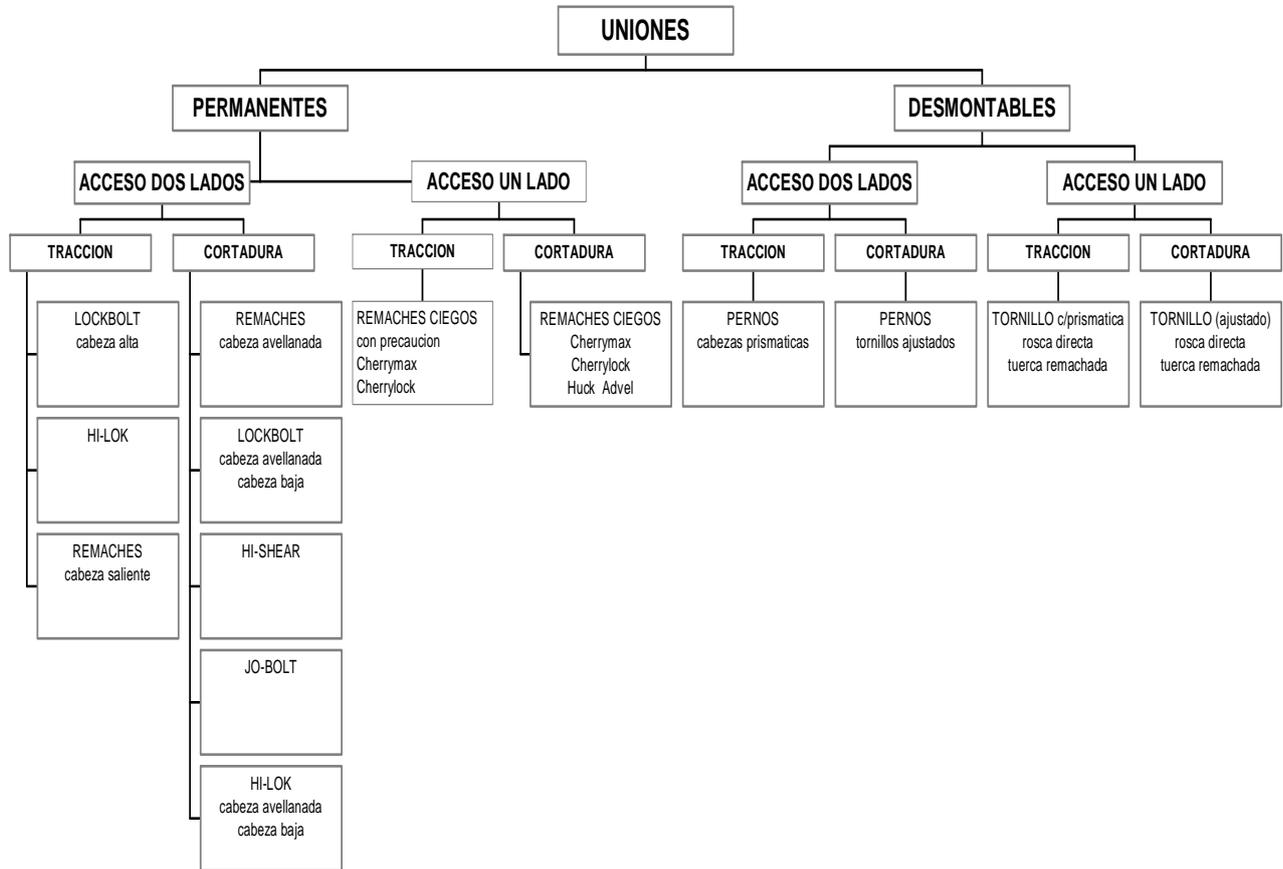
En las condiciones definidas a continuación, las Normas americanas del FAA (aplicables a la aviación civil), establecen un factor de seguridad de 1,15, para utilización en el análisis estructural. En aplicaciones militares no se utiliza factor de seguridad.

- ◆ El factor de seguridad se aplicará a todas las uniones que no sean probadas con la carga límite.
- ◆ Este factor se aplicará a todas las partes constituyentes de la unión, es decir: elementos de unión y piezas a unir; en éstas se aplicará sobre las cargas de inicio de aplastamiento.
- ◆ Para uniones integrales, el conjunto debe tratarse como una unión hasta el punto de que las propiedades de la sección sean iguales al resto.
- ◆ El factor de seguridad no se debe de tener en cuenta en los siguientes casos:
- ◆ Cuando la unión está realizada de acuerdo con prácticas aprobadas y comprobadas, con datos de pruebas.
- ◆ Cuando el factor aplicable a la carga de aplastamiento de la pieza es mayor que el factor aplicado a la unión
- ◆ Si el factor aplicado en piezas moldeadas es mayor que el factor aplicado a la unión.
- ◆ Factor de seguridad para articulaciones.

El factor a aplicar en las articulaciones de las superficies de mando, excepto para los cojinetes de bolas y rodillos, no debe ser menor de 6,67 respecto a la carga última de aplastamiento del material mas blando utilizado como soporte. En las uniones de sistemas de control, sujetas a movimientos angulares producidos por sistemas de empujar y tirar, excepto en cojinetes de bolas y rodillos, se debe incorporar un factor no inferior a 3,33 veces la carga última de aplastamiento del material mas blando utilizado como soporte.

TIPOS DE ELEMENTOS DE FIJACIÓN

Para dar satisfacción a las distintas necesidades que se presentan en la construcción de estructuras, se han desarrollado infinidad de elementos. En el gráfico siguiente se sistematizan las necesidades y se indican los tipos de elementos utilizados con mayor frecuencia

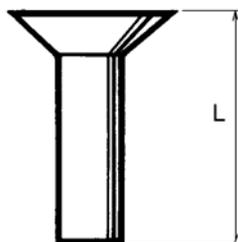


REMACHES (uniones permanentes)

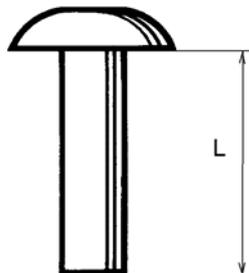
Los remaches son elementos de unión de bajo coste y capaces de poder ser colocados en procesos de montaje manuales, semi-automáticos y automáticos. La principal razón para su elección es su bajo coste de fabricación e instalación, en comparación con los elementos roscados.

Tipos de remaches

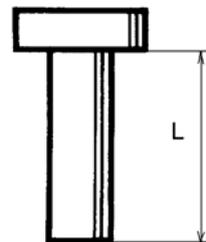
Existen multitud de remaches fabricados con formas de cabeza y materiales distintos, en las figuras se muestran algunos



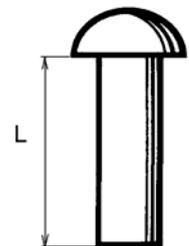
AN426
MS20426



AN470
MS20470



AN442



AN430

Identificación de los remaches (código americano)

Los remaches se definen por la forma de la cabeza (norma), material, diámetro de la caña y longitud (se toma para los de cabeza avellanada como la distancia entre la parte inferior de la caña y la parte superior de la cabeza, para los otros tipos de cabeza se toma la distancia entre la parte inferior de la caña y la superficie de apoyo de la cabeza).

Para identificar físicamente los remaches y conocer de forma inequívoca el material de que están contruidos, se realizan marcas sobre las cabezas tal y como se indica en la figura siguiente.

A 1100 NO MARK	MS20430A  ROUND HEAD	MS20442A  FLAT HEAD	MS20426A  100° C'SUNK	MS20455A  BRAZIER	MS20425A  78° C'SUNK	MS20456A  BRAZIER	MS20470A  UNIVERSAL
AD 2117T DIMPLE	MS20430AD  ROUND HEAD	MS20442AD  FLAT HEAD	MS20426AD  100° C'SUNK	MS20455AD  BRAZIER	MS20425AD  78° C'SUNK	MS20456AD  BRAZIER	MS20470AD  UNIVERSAL
D 2017T RAISED DOT	MS20430D  ROUND HEAD	MS20442D  FLAT HEAD	MS20426D  100° C'SUNK	MS20455D  BRAZIER	MS20425D  78° C'SUNK	MS20456D  BRAZIER	MS20470D  UNIVERSAL
DD 2024T RAISED DOUBLE-DASH	MS20430DD  ROUND HEAD	MS20442DD  FLAT HEAD	MS20426DD  100° C'SUNK	MS20455DD  BRAZIER	MS20425DD  78° C'SUNK	MS20456DD  BRAZIER	MS20470DD  UNIVERSAL
B 5056T RAISED-CROSS	MS20430B  ROUND HEAD	MS20442B  FLAT HEAD	MS20426B  100° C'SUNK	MS20455B  BRAZIER	MS20425B	MS20456B  BRAZIER	MS20470B  UNIVERSAL
C COPPER NO MARK	MS20435C  ROUND HEAD	MS20441C  FLAT HEAD	MS20427C  100° C'SUNK	MS20420C  90° C'SUNK			
F STAINLESS STEEL NO MARK	MS20435F  ROUND HEAD		MS20427F  100° C'SUNK				
M MONEL NO MARK	MS20435M  ROUND HEAD	MS20441M  FLAT HEAD	MS20427M  100° C'SUNK				
STEEL RECESSED TRIANGLE	MS20435  ROUND HEAD	MS20441  FLAT HEAD	MS20427  100° C'SUNK	MS20420  90° C'SUNK			

Elección de los remaches

La utilización de los remaches en cuanto a su empleo principal es para absorber esfuerzos de cortadura.

La elección del remache debe de hacerse de manera que la resistencia a cortadura del remache sea ligeramente inferior a la carga límite al aplastamiento de la chapa.

El diámetro del remache de una manera aproximada puede estimarse en *tres veces el espesor de la chapa*.

Por el tipo de cabeza el empleo mas frecuente es:

Cabeza avellanada: fijación de chapas sobre chapas o perfiles, en superficies exteriores por su baja resistencia aerodinámica.

Cabeza universal: Usado en fabricación y reparación de partes externas e internas. En caso necesario pueden sustituir a los de cabeza saliente (plana o redonda).

Cabeza plana: Se usan en estructuras interiores cuando se requiere el máximo de resistencia a la tracción y no hay espacio suficiente para la colocación de cabezas redondas. En partes exteriores es raramente utilizado.

Cabeza redonda: se usan en partes interiores, la cabeza esta dimensionada de forma que puede soportar esfuerzos a tracción

Por el tipo de material:

Los remaches construidos en aluminio 1100, solo se utilizan en partes no estructurales realizadas en aleaciones de aluminio de bajas características mecánicas (1100, 3003, 5052).

Los de 2117, son los de uso mas amplio sobre aleaciones de aluminio por su resistencia a la corrosión y no ser necesario el tratamiento térmico.

Los de 2017 y 2024 se utilizan sobre estructuras en aleaciones de aluminio con requerimientos superiores a las anteriores, se suministran recocidos y mantenerse en frigoríficos. Los primeros deben de instalarse antes de una hora y los segundos entre 10 y veinte minutos después de su extracción del frigorífico

Los de 5056 se utiliza sobre aleaciones de magnesio debido a su resistencia a la corrosión sobre ellas.

Los de acero solo se aplican sobre piezas de acero.

Los de acero inoxidable se utilizan sobre piezas del mismo material en zonas de cortafuegos, escapes y estructuras similares

Los de monel se utilizan para el remachado de partes realizadas en aleaciones de acero níquel.

En la tabla siguiente se presentan las características de los principales tipos de remaches en función del material.

MATERIAL DEL REMACHE	CARACTERÍSTICAS DE INSTALACIÓN	USADO SOBRE MATERIALES	RECOMENDACIONES DE USO Y LIMITACIONES
1100-F (aluminio)	fácil (deformación suave)	aluminio, plásticos fibras	baja resistencia no recomendado en diámetros grande. (Diámetros 1/16- 1/8)
5056 (al-mag)	media	aleaciones de aluminio	a emplear cuando la resistencia del 5056 es adecuada y es deseable una fuerza pequeña de instalación (diámetros 3/32 - 3/16)
2117-T3 (al-cu-mg)	media dura	aleaciones de aluminio	para utilización en aplicaciones de sellado en tanques de combustible diámetros de 1/16 - 5/32)
2017-T3 (al-cu-mg)	dura	aleaciones de aluminio	empleo general
2024-T3 (al-cu-mg)	dura	aleaciones de aluminio	alta resistencia. Empleo limitado debido al almacenamiento en frigoríficos (3/16 -1/4)
monel	muy dura	aleaciones de cobre, acero y acero inox	fuerza de instalación muy alta para diámetros grandes
A-286 (acero inox)	muy dura	titanio, acero y acero inox	hasta 1/4. De empleo en soportes de motor , zonas calientes y ambiente corrosivos
titanio B120	muy dura	acero y acero inox	hasta 3/16. De empleo en zonas calientes y ambiente corrosivos
7075-H75 (al-zn-mg-cu)	media dura	aleaciones de aluminio	no emplear en zonas criticas a la fatiga

Remachado

La secuencia de remachado es: (1), realización de un taladro de diámetro ligeramente superior al del remache a través de las dos piezas a unir, (2) introducción del remache, (3) deformación del extremo del remache

El remachado se produce alojando la cabeza en un útil llamado buterola y unido a una herramienta que dependiendo del procedimiento utilizado puede golpear repetidamente, girar manteniendo presión o simplemente deformar por presión al aplicar en el otro extremo una sufridera

Para que el remachado sea posible, es necesario que exista acceso a las dos lados de la unión

El aspecto final del remache es como el que se muestra en la figura, se muestran las relaciones entre la parte que debe sobresalir de la chapa antes de la deformación, el diámetro de la cabeza formada y la altura con respecto al diámetro del remache D.

No se deben utilizar medidas de diámetro distintas en la misma unión.

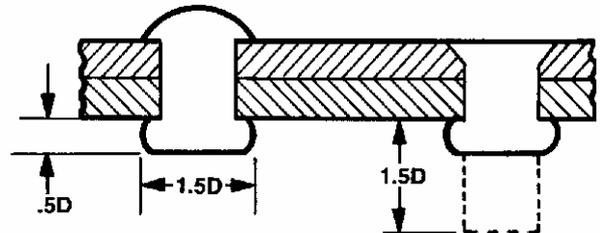
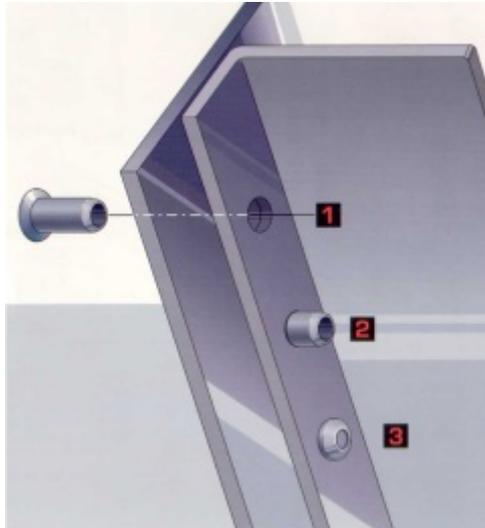
Las cabezas se deben de colocar siempre del mismo lado y en la zona mas débil.

No colocar las cabezas sobre radios

Sobre elastómeros o plásticos colocar bandas de metal.

Los elementos rigidizadores se colocarán opuestos a la cabeza.

Evitar el remachado en cambios bruscos de sección de las piezas a unir



Número de remaches a utilizar

En el diseño de una unión o una reparación, el número de remaches o tornillos a utilizar debe de elegirse asumiendo que a cada lado de la unión deben de existir los suficientes para absorber una carga igual a la de la chapa, en una primera aproximación:

$$N^{\circ} \text{ remaches} = \frac{LT51,71}{S \text{ o } B}$$

Donde L = longitud de la chapa en la zona del empalme

T = espesor de la chapa

S = Resistencia a cortadura del remache o tornillo en deca newtons

B = Resistencia al aplastamiento del material en deca newtons

51,71 valor constante equivalente a la resistencia a la tracción de la chapa en deca newtons/mm²

De S o B se toma el valor mas pequeño de los dos

Resistencia a simple cortadura S de remaches de aluminio en deca newtons									
Aleación del remache	Carga última de cortadura del metal del remache en Mpa	Diámetro del remache en pulgadas							
		1/16	3/32	1/8	5/32	3/16	1/4	5/16	3/8
AD 2117D	186	36,920	82,737	147,235	230,417	331,391	589,387	921,222	1326,008
D2017T	207	40,923	91,633	163,694	254,882	368,311	654,775	1023,086	1473,689
DD2024T	241	47,596	107,202	190,828	298,029	429,696	764,201	1177,883	1719,229

La resistencia a doble cortadura de los remaches se obtiene multiplicando por 2 los valores de arriba

Resistencia al aplastamiento B en deca newtons									
Espesor de la chapa en milímetros	Diámetro del remache en pulgadas								
	1/16	3/32	1/8	5/32	3/16	1/4	5/16	3/8	
0,36	31,58	47,60	63,61	79,62	95,64	127,66	159,25	191,27	
0,41	36,48	54,71	72,95	90,74	109,43	145,90	182,38	218,85	
0,46	40,92	61,39	81,85	102,31	122,77	164,14	205,06	245,99	
0,51	45,37	68,06	91,19	113,87	136,56	182,38	183,27	273,56	
0,64	56,94	85,41	113,87	142,34	126,33	227,75	284,68	341,62	
0,81	72,95	108,98	145,90	181,93	218,85	291,80	364,75	437,70	
0,91	81,85	122,77	164,14	205,06	245,99	328,28	410,12	492,42	
1,02	91,19	136,56	182,38	227,75	273,56	364,75	455,94	547,13	
1,14	1023,09	153,46	205,06	256,22	307,37	410,12	512,88	615,19	
1,30	116,10	173,92	232,20	290,47	348,74	464,84	580,93	697,48	
1,63		218,85	291,80	364,75	437,70	583,60	729,50	875,41	
1,83		245,99	328,28	410,12	492,42	656,55	820,69	984,83	
2,06		276,68	369,20	461,28	553,80	738,40	923,00	1107,60	
2,31		310,93	414,57	519,10	621,86	829,14	1036,43	1243,72	
2,59		348,74	465,28	581,38	697,92	930,56	1163,20	1395,85	
3,18		427,47	569,81	712,60	854,94	1140,07	1424,76	1709,89	
3,96		532,89	710,82	888,31	1066,23	1421,64	1777,06	2132,47	
4,78		642,76	857,17	1071,57	1285,97	1714,34	2143,14	2571,50	
6,35		854,50	1139,63	1424,31	1709,44	2279,70	2849,07	3418,89	
7,95		1069,79	1426,98	1783,28	2140,03	2854,41	3379,74	4280,50	
9,53		1281,97	1709,44	2136,47	2564,39	3419,78	4033,63	5128,33	
12,70		1709,00	2279,26	2848,63	3418,89	4559,41	5377,874	6837,77	

Distancia a los bordes

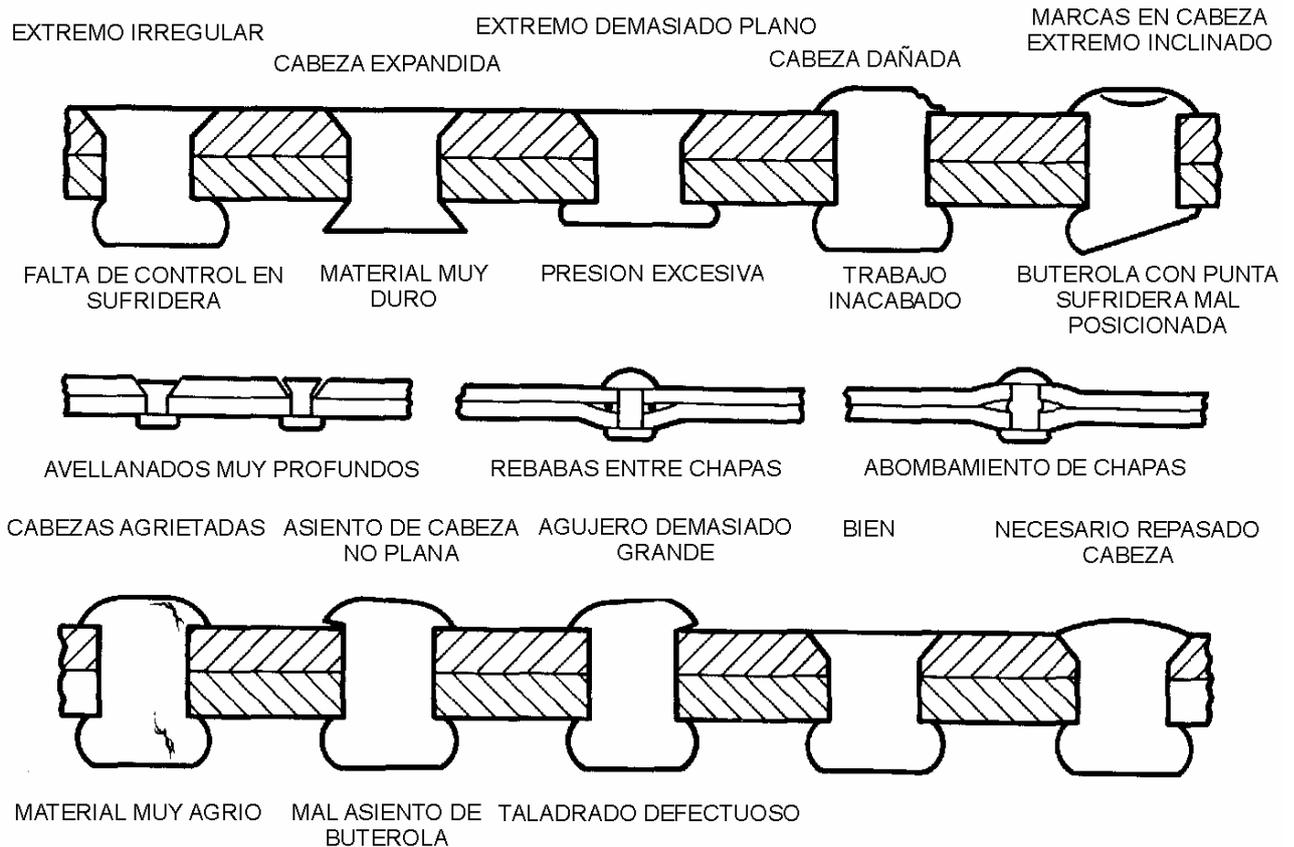
Ver tabla o tomar entre 2 y 4 veces el diámetro del remache, lo mas aconsejable es 2,5 veces el diámetro

Distancia entre remaches

La distancia entre remaches en una fila no debe ser inferior a tres veces el diámetro y para evitar el abombamiento de las chapas entre diez y doce veces el diámetro.

Defectos de remachado

En la figura se muestran distintas situaciones posibles en el proceso de remachado



Ventajas e inconvenientes del remachado

Ventajas:

- ❑ Se fabrican en una amplia variedad de materiales y pueden utilizarse para unir tanto piezas de iguales materiales o distintos, con amplia variedad de espesores y sobre todo con posibilidad de montaje en frío.
- ❑ Se pueden utilizar en distintas variedades de acabados: electrolíticos, parkerizados, pintados,
- ❑ Los remaches pueden utilizarse para la unión de piezas que presenten las superficies de unión paralelas y tengan el suficiente espacio para la aplicación del remache así como de las herramientas necesarias.
- ❑ Los remaches pueden utilizarse para otras funciones, tales como ejes de articulación, espaciadores, contactos eléctricos, topes, insertadores, etc.

Desventajas:

- ❑ La resistencia a la tracción y a la fatiga es mas baja que en tornillos de las mismas dimensiones.
- ❑ Cargas de tracción elevadas pueden romper la unión. Las vibraciones pueden afectar al aprieto entre las superficies.

- ❑ Las uniones remachadas normalmente no son herméticas al paso de líquidos ni de aire, aunque puede conseguirse este efecto mediante el empleo de sellantes.
- ❑ El desmontaje de las piezas remachadas, sólo puede realizarse destruyendo el remache.
- ❑ Los remaches carecen de la precisión de los tornillos mecanizados.
- ❑ Los remaches de cabeza escondida, sólo deben de utilizarse en aquellos casos en que se requiera limpieza aerodinámica.
- ❑ Las cabezas sobresalientes pueden interferir con piezas adyacentes móviles.

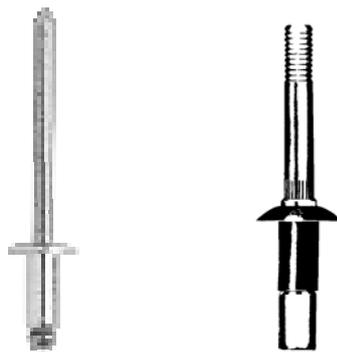
Remaches macizos y aquellos como los Hi-lok, que constituyen uniones permanentes, no deben utilizarse en las articulaciones de las superficies de mando, o partes similares que deban de ser fácilmente desmontables. de motor y en general en todas aquéllas partes en que se requieran altos esfuerzos; en especial, donde se requiera estanqueidad.

En aplicaciones estructurales, la cabeza debe de quedar visible con objeto de que puedan ser inspeccionadas.

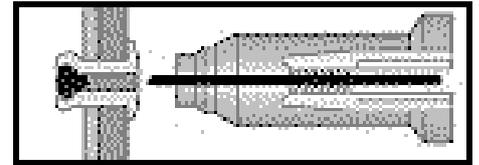
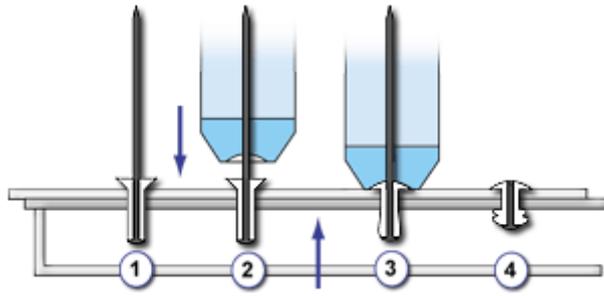
Remaches ciegos

Cuando el acceso a los dos lados de la unión no es posible la utilización de remaches convencionales por no poder utilizarse la sufridera para realizar la cabeza de cierre. En tales situaciones se utilizan los llamados remaches ciegos, denominados así por que generalmente la cabeza a formar no es visible.

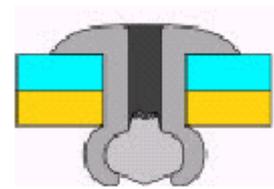
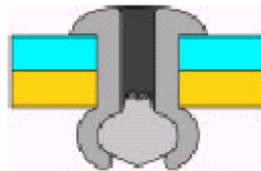
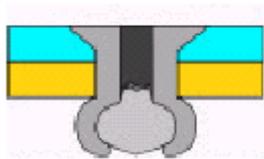
Estos remaches tienen forma como los otros tipos de remaches con la diferencia de ser huecos, por ese hueco se hace pasar un vástago cilíndrico, provisto de una cabeza de mayor diámetro que este opuesta a la primera.



La formación de la cabeza de cierre se produce cuando manteniendo sujeta la cabeza del remache contra la pieza superior de la unión, se tira del vástago, produciendo la cabeza de este una expansión del extremo del remache, suficiente para causar el aprieto entre las piezas a unir, rompiéndose el vástago cuando esta deformación está completada.



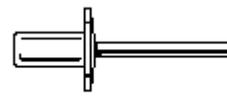
Debido a que el remache es hueco, la resistencia a cortadura de los mismos es menor que la de los remaches convencionales. Una forma de aumentarla es hacer que el vástago trabaje haciendo que quede unido al remache.



Hollow Core Set



Solid Core Set



Unset

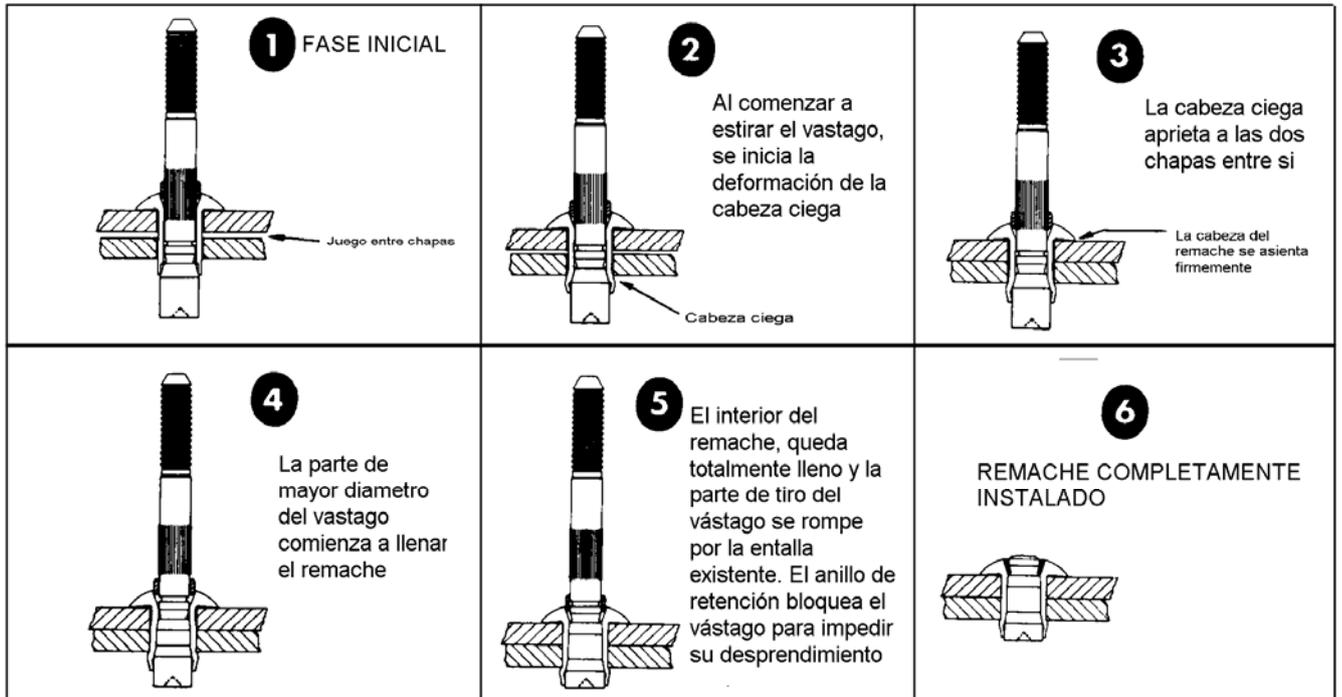
La retención del vástago al remache puede hacerse bien por fricción entre ambos o utilizando una tercera pieza de bloqueo.

Los remaches con retención de vástago por fricción se denominan Pop, en general se utilizan en aquellos casos en que las características no son muy exigentes y cuando el posible desprendimiento del mismo por vibraciones u otras causas no llega a ser fuente de problemas.

Los remaches de retención de vástago por una tercera pieza, son los utilizados con mayor frecuencia en aviación, fabricados de acuerdo con las normas americanas NAS y MS, entre las denominaciones mas populares se encuentran los correspondientes a los conocidos comercialmente como "Cherrylock", "Cherrymax", Huckmax, etc.

Todos estos remaches se fabrican en aleación de aluminio, mónel y acero inoxidable

Montaje Cherrylock



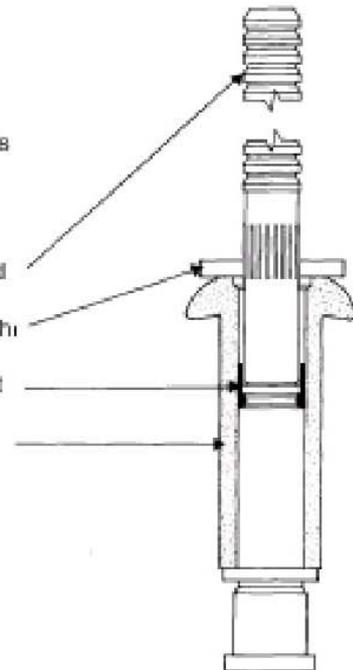
CHERRYMAX[®] RIVET FEATURES

The CherryMAX[®] Rivet is the most reliable, high strength structural fastener with visual inspectibility in the world today. It features the "Safe-lock" Locking Collar for more reliable joint integrity. Meets requirements of PS-CMR-3000.

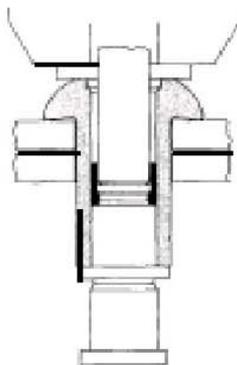
CherryMAX[®] Rivet consists of four components assembled as a single unit:

1. A fully serrated stem with break notch, shear-ring and integral grip adjustment cone.
2. A driving anvil to insure a visible mechanical lock with each fastener installation.
3. A separate, visible and inspectable locking collar that mechanically locks the stem to the rivet sleeve.
4. A rivet sleeve with recess in the head to receive the locking collar.

Covered by U.S. Patent No. 4012984

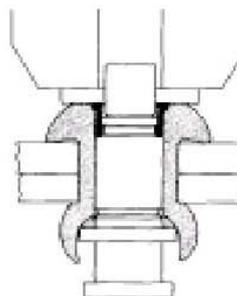
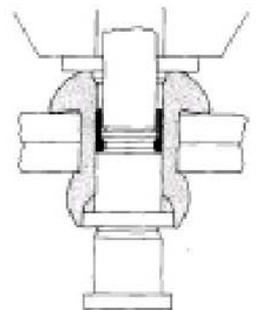


INSTALLATION



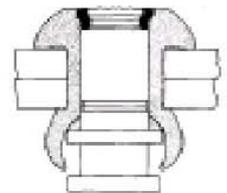
- ① The CherryMAX[®] Rivet is inserted into the prepared hole. The pulling head (installation tool) is slipped over the rivet's stem. Applying a firm, steady pressure, which seats the rivet head, the installation tool is then actuated.

- ② The pulling head holds the rivet sleeve in place as it begins to pull the rivet stem thru the rivet sleeve. This pulling action causes the stem shear ring to upset the rivet sleeve and form the "bulbed" blind head.



- ③ The continued pulling action of the installation tool causes the stem shear ring to shear from the main body of the stem as the stem continues to move thru the rivet sleeve. This action allows the fastener to accommodate a minimum of 1/16" variation in structure thickness. The Locking Collar then contacts the Driving Anvil. As the stem continues to be pulled by the action of the installation tool, the "Safe-lock" Locking Collar deforms into the rivet sleeve head recess. Formation of the rivet sleeve's "bulbed" blind head is complete.

- ④ The "Safe-lock" Locking Collar fills the rivet sleeve head recess, locking the stem and rivet sleeve securely together. Continued pulling by the installation tool causes the stem to fracture at the break notch, providing a flush, burr-free, inspectable installation.

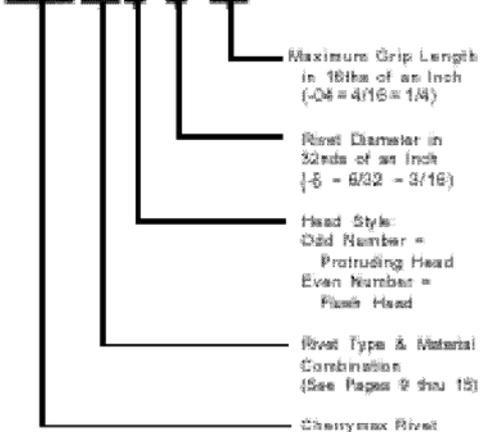


CHERRYMAX[®] RIVET SELECTION

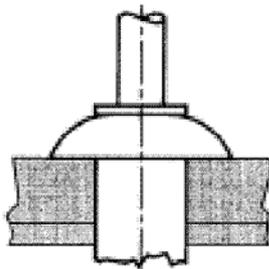
NUMBERING SYSTEM

CHERRY PART NUMBER EXAMPLE:

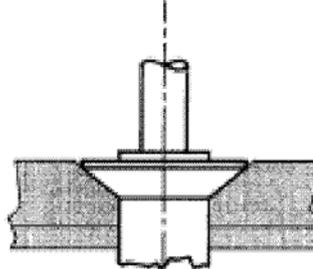
CR3242-6-04



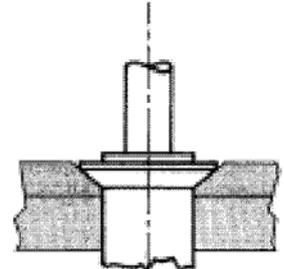
HEAD STYLES



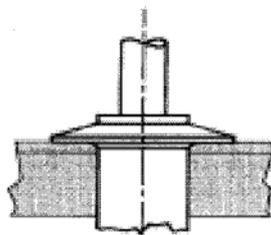
UNIVERSAL (MS20470)
For protruding head applications
Available in both nominal & oversize



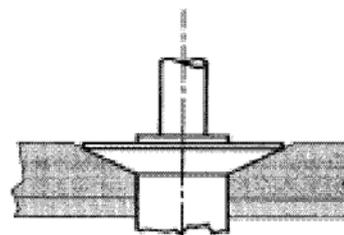
100° FLUSH (MS20426)
For countersunk applications
Available in both nominal & oversize



100° FLUSH (NAS1097)
For thin top sheet, machine countersunk applications
Available in nominal only

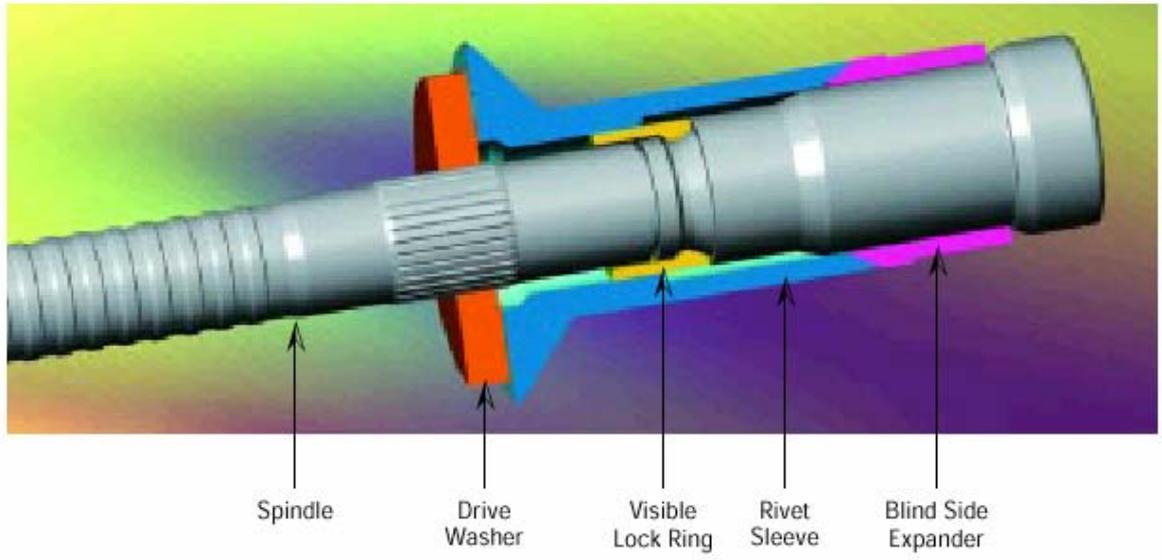


UNISINK
A combination flush and protruding head for use in very thin top sheets. Eliminates need for double-dimping.
Available in oversize only



120° FLUSH
A large diameter, shallow flush head providing a wide bearing area in thin top sheet applications.
Available in oversize only

Remache Huck MAX



The Installation schematic shown below applies to all HuckMAX rivets. Diameters -4, -5 & -6 are installed with one and the same nose assembly.

Step One

The rivet is placed into the prepared hole with clearance. The installation tool engages the pintail and the cycle begins. The pulling load is reacted against the drive washer.



Step Two

The spindle head contacts the end of the expander, which in turn is forced into the sleeve. The blind side bulb formation commences.



Step Three

Continued motion of the spindle starts pulling the sheets together and forming the blind side bulb. As the lock collar is forced against the drive washer, it is swaged into the lock cavity, locking the assembly together.



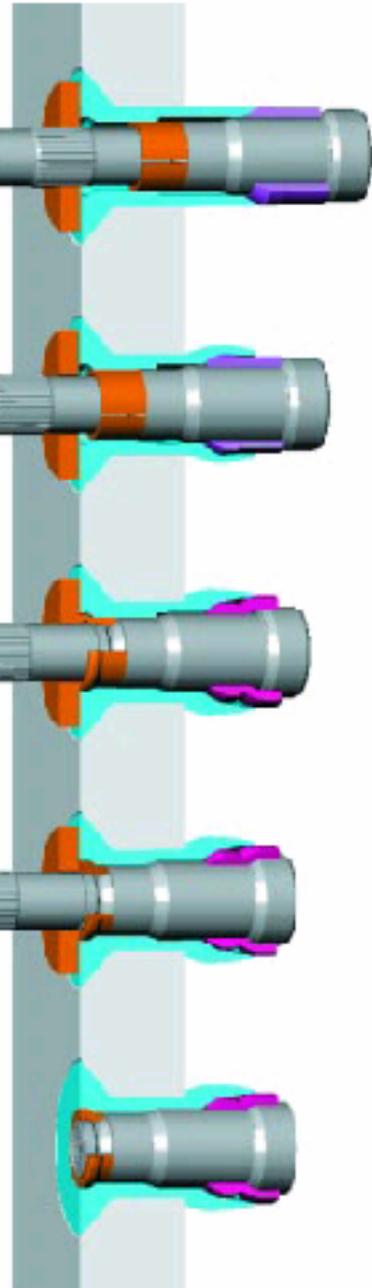
Step Four

As the pulling load continues to increase, the spindle separates at the break neck.



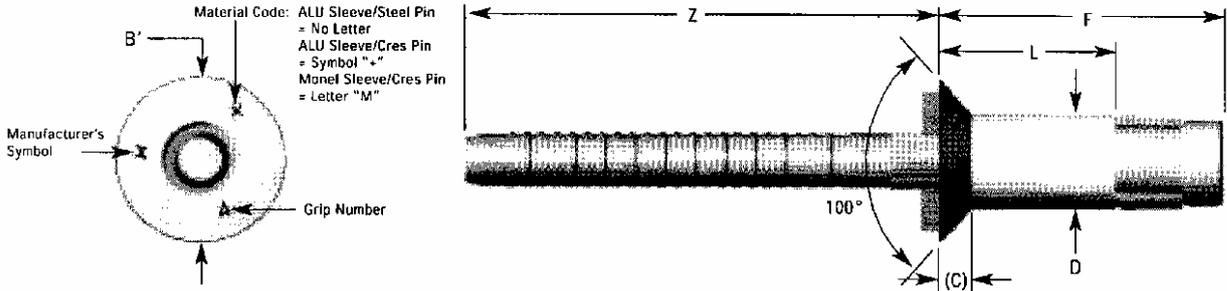
Step Five

The spindle break is flush with the rivet head, the lock is firmly in place, the drive washer is discarded and the installation is complete. The entire installation cycle is accomplished in less than 2 seconds.



Ejemplo características remache Huck MAX

100° Flush Head HuckMAX Rivets [Nominal Diameter]



Nom. -Dia.	D $\pm .003, -.001$	B' Theo. Max.	(C) Ref.	BK Min.	Z Min.	Hole Dia. Recomm.
-4	.126	.229	.041	.355	.870	.129/.132
-5	.157	.290	.054	.370	.940	.160/.164
-6	.189	.357	.069	.415	.940	.192/.196

Dimension "BK" is blind side clearance requirement, prior to rivet driving.

Grip Range		-4 Dia. (.129)			-5 Dia. (.156)			-6 Dia. (.190)		
Min.	Max.	Grip Dash	L $\pm .000 -.030$	K Max.	Grip Dash	L $\pm .000 -.030$	K Max.	Grip Dash	L $\pm .000 -.030$	K Max.
Note	.125	-4-02	.224	.45	-5-02	.230	.47	-6-02	.262	.51
.126	.187	-4-03	.287	.51	-5-03	.293	.53	-6-03	.325	.57
.188	.250	-4-04	.349	.57	-5-04	.355	.59	-6-04	.387	.64
.251	.312	-4-05	.412	.63	-5-05	.418	.65	-6-05	.450	.70
.313	.375	-4-06	.474	.70	-5-06	.480	.72	-6-06	.512	.76
.376	.437	-4-07	.537	.76	-5-07	.543	.77	-6-07	.575	.82
.438	.500	-4-08	.599	.82	-5-08	.605	.84	-6-08	.637	.88
.501	.562	-4-09	.662	.88	-5-09	.668	.90	-6-09	.700	.95
.563	.625				-5-10	.730	.96	-6-10	.762	1.01
.626	.687				-5-11	.793	1.02	-6-11	.825	1.07
.688	.750							-6-12	.887	1.13

Note: Min. grip -4 dia. = .063; -5 dia. = .065; -6 dia. = .080

Basic P/N	Industry P/Ns	Material				Finish			
		Sleeve	Pin	Lock Ring	Grip Adjuster	Sleeve	Pin	Lock Ring	Grip Adjuster
HR3212	M7885/3 NAS9302B	Alu 5056	8740 Steel	A-286	Steel	MIL-C-5541	Cad Plated	Passivated	Cad Plated
HR3222	M7885/12 NAS9302E	Alu 5056	A-286	A-286	A-286	MIL-C-5541	Passivated	Passivated	Passivated
HR3522	M7885/5 NAS9308M	Monel	A-286	A-286	A-286 or Monel	None	Passivated	Passivated	Passivated or none
HR3522P	M7885/18 NAS9308MP	Monel	A-286	A-286	A-286 or Monel	NAS4006	Passivated	Passivated	Passivated or none

Fastener Identification and Anatomy of Blind Bolt

Head Markings:

Blind Bolts carry the following identification marks:

The symbol  as manufacturer's identification symbol.

Material Code Letter:

Alloy steel components
= No letter

A286-Cres components
= Letter "C"

Grip Identification:

Grip range = Nominal grip $\pm .031$ "

Example: Figure "4" head marking
= -4 grip; ranges from .219" to .282"

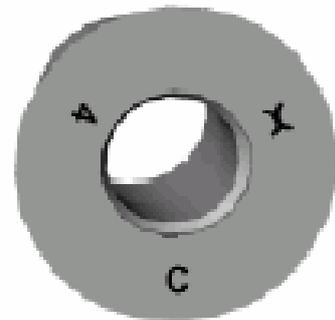
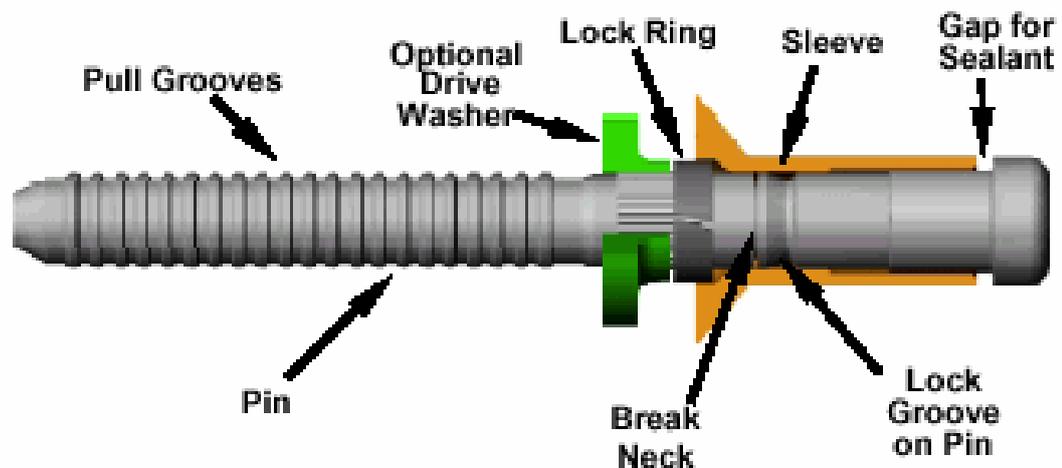
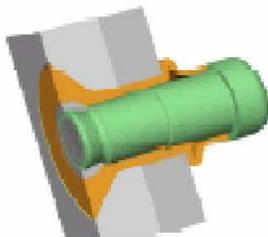
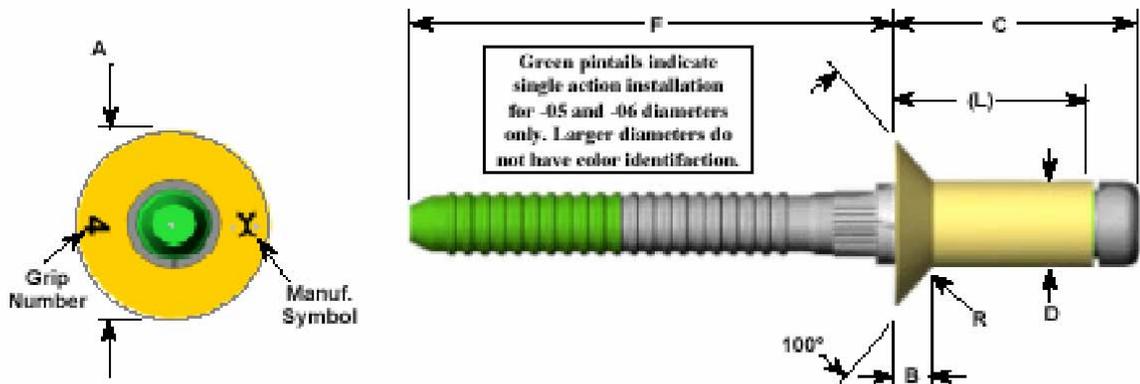


Illustration of head markings on sleeve head of MS2114080804

Anatomy of the Huck MS Blind Bolt Family



100° Flush Head --- Alloy Steel--- MS90353U



Dia Dash Number	Basic Dia	øA Max	B Max	øD	F Min	R Rad Max	Single Shear Min	Tensile Min	Hole Limits
-05	5/32	.333	.072	.164 / .162	.844	.010	2,340	1,350	.164 / .167
-06	3/16	.388	.080	.199 / .197	.875	.015	3,450	2,100	.199 / .202
-08	1/4	.507	.105	.260 / .258	1.000	.020	5,900	3,650	.260 / .263
-10	5/16	.634	.137	.312 / .310	1.218	.025	8,500	5,200	.312 / .315
-12	3/8	.762	.185	.374 / .372	1.562	.030	12,200	7,500	.374 / .377
-14	7/16	.890	.193	.437 / .435	1.562	.032	16,700	10,150	.437 / .441
-16	1/2	1.017	.220	.499 / .496	1.562	.035	21,800	13,500	.500 / .504

Part Number Key

MS90353	-	0806	D	→ 1/4" dia: .375" nominal grip; installed with single action tool.
				Code letter "D" denotes IVD Aluminum coating per MIL-C-83488 No Code denotes Cadmium plating per AMS-QQ-P-416 Code letter "W" denotes integral Drive Washer
				Grip range number: 06 = .375" ± .031"
				Diameter dash number: 08 = .258/.260"
				Code "-" denotes installation of -05 and -08 diameter fasteners with double action tool. Code "-" denotes installation of -06 through -16 diameter fasteners with single action tool. Code "S" denotes installation of -05 and -06 diameter fasteners with single action tool. Code "U" denotes installation of all diameter fasteners with single action tool for diameters up to including -12. Diameters -14 and -16 are available in "-" code only.
				Basic MS part number for flush head Alloy Steel fasteners.

MS Part Number	Huck Part Number	Installation Tool
MS90353U0604	B100-T06-04	Double Action Tool (Dia -05 & -06 only)
MS90353S0606	SB100-T06-06	Single Action Tool
MS90353U0806	UB100-T08-06	Single Action Tool
MS90353U0606W	LB100-T08-06W	With Drive Washer for single action installation with blunt nose

Otras fijaciones no desmontables

Lockbolts

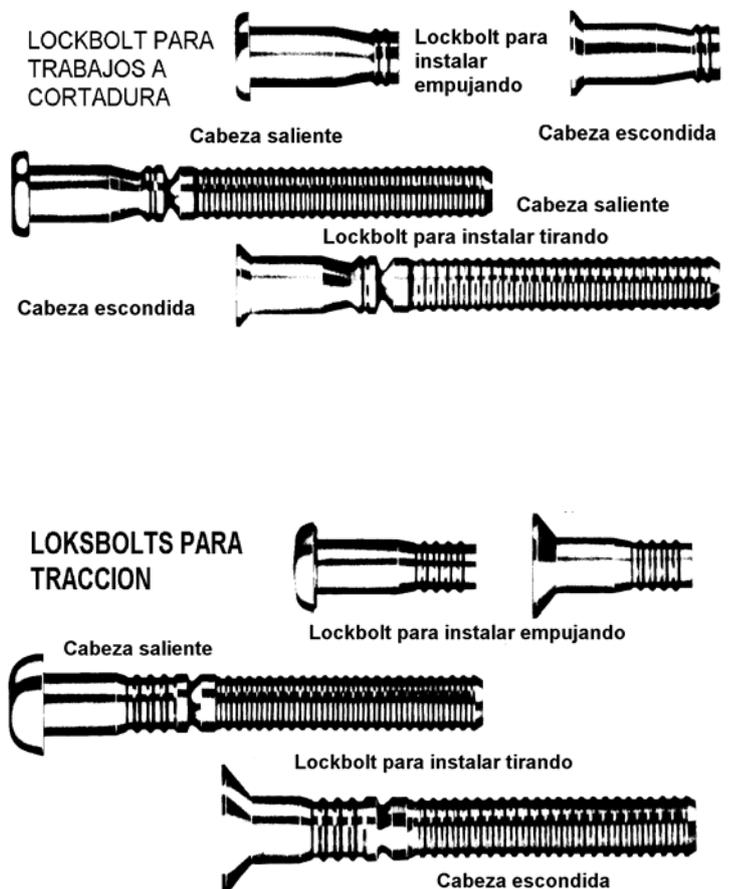
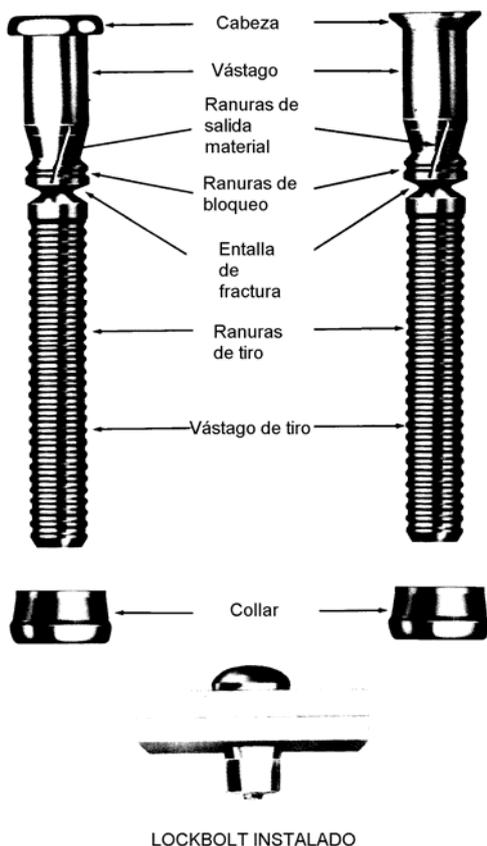
Los lock-bolt constituyen un sistema de unión permanente similar al remachado pero de mejores características, ya que pueden trabajar a cortadura y a tracción, se montan con interferencia para los primeros y con juego para los segundos, las aplicaciones mas frecuentes se presentan en cuadernas de fuselaje y larguerillos, costillas de ala y estabilizadores, largueros de ala y larguerillos y en general en todos aquellos casos que se pretenda evitar el aflojado.

Está formado por dos piezas, un vástago con cabeza y ranuras en el otro extremo, mas un collar; las cabezas pueden ser para sobresalir sobre la superficie de la pieza superior a unir o para quedar escondida en el avellanado del agujero. Se fabrican en dos tipos: largos con vástago para tirar o con vástago corto para empujar el collar (stump type)

Los diseñados para trabajar a cortadura se diferencian de los de tracción (éstos trabajando a cortadura se comportan como aquellos) en que la altura de las cabezas son mas pequeñas y el número de ranuras mas reducido, por lo que resultan de menos peso.

Como materiales de construcción se utilizan para los vástagos: acero aleado 8740, acero inoxidable A-286, Aluminio 7075 y titanio 6AL-4V Para los collares: acero inoxidable A-286, monel, aleación de aluminio 2024-H13, y acero.

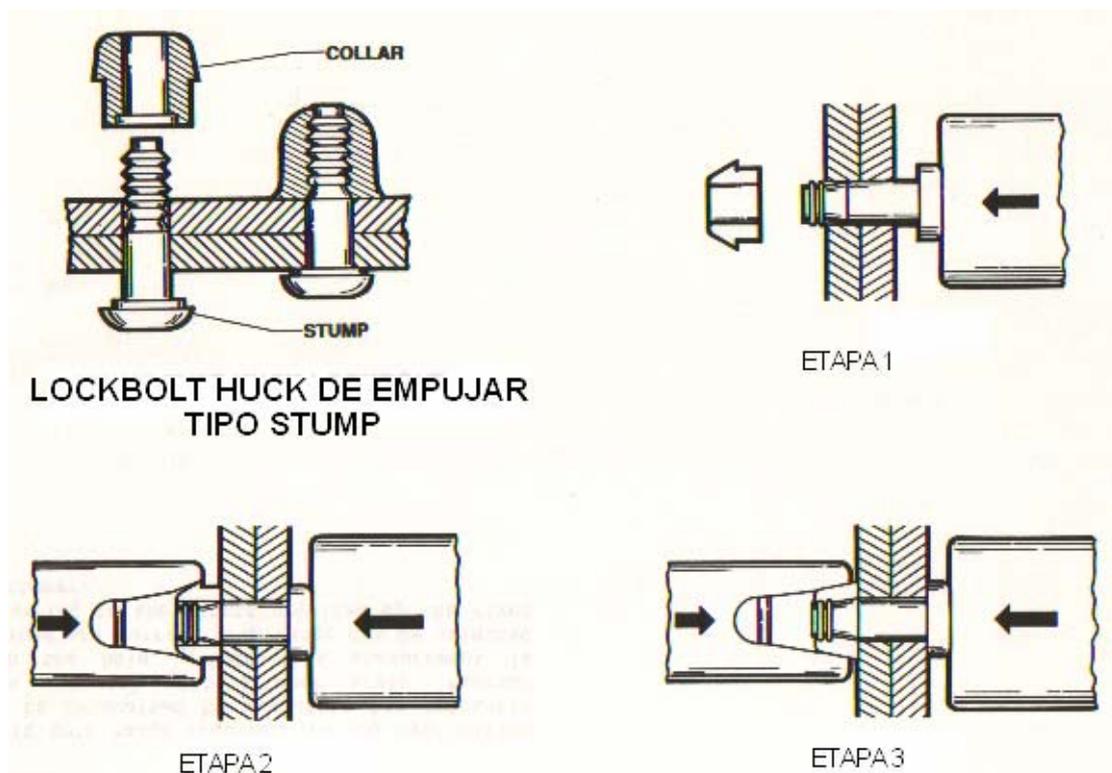
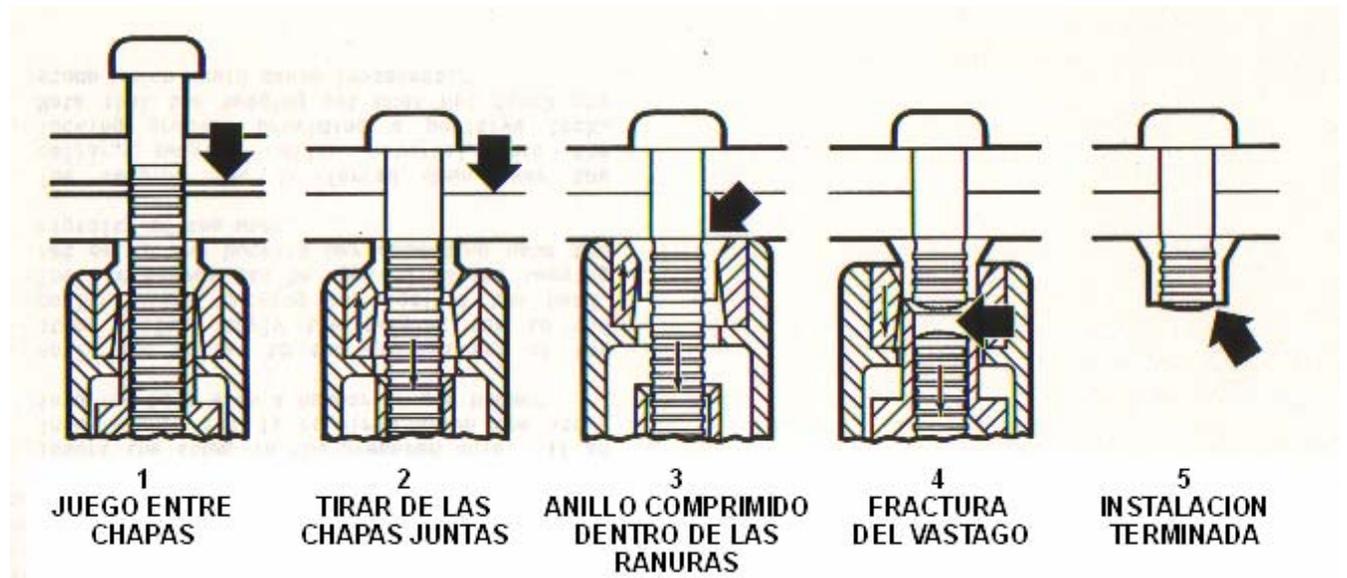
Como características mas importantes se pueden resaltar: fabricación bajo normas NAS y otras, resistencia a las vibraciones, hermeticidad, instalación rápida, ruido reducido en el proceso de instalación, facilidad de inspección a simple vista, posibilidad de instalación en planos inclinados hasta 5°.



La instalación requiere tener acceso por los dos lados de las chapas a unir y el método de instalación se realiza tirando del vástago y soportando el collar o soportando la cabeza del vástago y empujando el collar, en ambos casos se requieren herramientas especiales y es necesario prever el suficiente espacio de acceso.

El montaje es con interferencia y el desmontaje sólo se puede realizar rompiendo el collar.

Especial cuidado debe tenerse en la elección del material elegido, con independencia de la resistencia requerida, en utilizaciones sobre materiales compuestos en los que forme parte el grafito, estando limitado al titanio y acero inoxidable..



Shear Pull Type Lockbolt Fasteners



100° Flush Head



Protruding Head



Collar

	Pins		Collars		Inspection Gage	
	Pin Num Size	Head	Pin Basic Part No.	Collars	Gage NAS1563	
8740 Alloy Steel - 108 KSI	.125	Flush	NAS7024	NAS1080K04	575	90-4
		Protruding	NAS7034	NAS1080UK04	857	10-4
	.156	Flush	NAS7025	NAS1080K05	900	90-5
		Protruding	NAS7035	NAS1080UK05	1350	90-5
				NASF1080MK05	1350	90-5
	.190	Flush	NAS7026	NAS1080K06	1400	90-6
		Protruding	NAS7036	NAS1080UK06	2006	90-6
				NAS1080MK106	2006	90-6
	.250	Flush	NAS7028	NAS1080K08	2500	90-8
		Protruding	NAS7038	NAS1080UK08	3630	90-8
				NAS1080MK08	3630	90-8
	.312	Flush	NAS7030	NAS1080K10	2950	90-10
Protruding		NAS7040	NAS1080UK10	5600	90-10	
			NAS1080MK10	5600	90-10	
.375	Flush	NAS7032	NAS1080K12	5600	90-12	
	Protruding	NAS7042	NAS1080UK12	8000	90-12	
			NAS1080MK12	8000	90-12	
8740 Alloy Steel - 95 KSI	.190 & .203(a)	Flush	NAS1436	NAS1080G06	1105	75-1
		Protruding	NAS1445	NAS1080G06	1105	75-1
				NAS1080E06	1105	75-1
	.250 & .266(a)	Flush	NAS1438	NAS1080G08	2040	76-2
		Protruding	NAS1448	NAS1080G08	2040	76-2
				NAS1080E08	2040	76-2
	.312 & .328(a)	Flush	NAS1440	NAS1080G10	3250	76-3
		Protruding	NAS1450	NAS1080G10	3250	76-3
				NAS1080E10	3250	76-3
	.375 & .391(a)	Flush	NAS1442	NAS1080G12	5050	76-4
		Protruding	NAS1452	NAS1080G12	5350	76-4
				NAS1080E12	5350	76-4

continued on next page

Pins

Collars

Inspection Gage

The listed collars are sorted by diameter and are compatible with all the pins with in the same diameter

	Pin Nom Size	Head	Pin Basic Part No.	Collars	Min. Tensile (pounds)	Gage NAS1563
A-286 CRES - 95 KSI	.125	Flush	NAS7004	NAS1080K04	575	90-4
		Protruding	NAS7014	NAS1080UK04	850	90-4
	.156	Flush	NAS7005	NAS1080K05	900	90-5
		Protruding	NAS7015	NAS1080UK05	1350	90-5
					NAS1080MK05	1350
	.190	Flush	NAS7006	NAS1080K06	1400	90-6
		Protruding	NAS7016	NAS1080UK06	2000	90-6
					NAS1080MK06	2000
	.250	Flush	NAS7008	NAS1080K08	2500	90-8
		Protruding	NAS7018	NAS1080UK08	3600	90-8
					NAS1080MK08	3600
	.312	Flush	NAS7010	NAS1080K10	3900	90-10
		Protruding	NAS7020	NAS1080UK10	5600	90-10
					NAS1080MK10	5600
	.375	Flush	NAS7012	NAS1080K12	5600	90-12
		Protruding	NAS7022	NAS1080UK12	8000	90-12
					NAS1080MK12	8000
	6AL-4V Titanium Alloy	.190 & .203(a)	Protruding	NAS2406	NAS1080C06	1410
Flush			NAS2506	NAS1080G06	1410	76-1
.250 & .266(a)		Protruding	NAS2408	NAS1080C08	2490	76-2
		Flush	NAS2508	NAS1080G08	2490	76-2
.312 & .328(a)		Protruding	NAS2410	NAS1080C10	3250	76-3
		Flush	NAS2510	NAS1080G10	3250	76-3
.375 & .391(a)		Protruding	NAS2412	NAS1080C12	5050	76-4
		Flush	NAS2512	NAS1080G12	5050	76-4

(a) Oversize - Available in MS20426 and Protruding head sizes 203 and larger for Alloy Steel and 6Al-4V Titanium.

Technical Data

Pin Grip Lengths

Grip Dash No.	Nom Grip	Material Thickness Range	
		Min.	Max.
01	.062	.020	.062
02	.125	.063	.125
03	.188	.126	.188
04	.250	.189	.250
05	.312	.251	.312
06	.375	.313	.375
07	.438	.376	.438
08	.500	.439	.500
09	.562	.501	.562
10	.625	.563	.625
11	.688	.626	.688
12	.750	.689	.750
13	.812	.751	.812
14	.875	.813	.875
15	.938	.876	.938
16	1.000	.939	1.000
17	1.062	1.001	1.062
18	1.125	1.063	1.125
19	1.188	1.126	1.188
20	1.250	1.189	1.250
21	1.312	1.251	1.312
22	1.375	1.313	1.375
23	1.438	1.376	1.438
24	1.500	1.439	1.500
25	1.562	1.501	1.562
26	1.625	1.563	1.625
27	1.688	1.626	1.688
28	1.750	1.689	1.750
29	1.812	1.751	1.812
30	1.875	1.813	1.875
31	1.938	1.876	1.938
32	2.000	1.939	2.000

For additional data see NAS1413, NAS621, and NAS1080 or Huck Aerospace Fastener Standards pages. Contact your local Huck Representative

Collars Shear Type

Basic No. and Code	Material	Finish Color
NAS108DUG	A-286 Cras	Black
NAS108DUX	A-286 Cras	Black
NAS108DMG	Monel	Black
NAS108DMK	Monel	Black
NAS108BK	2024-H 13 Aluminum	Blue
NAS108GC	2024-H 13 Aluminum	Yellow
NAS108GS	2024-H 13 Aluminum	Beige
NAS108OE	Carbon Steel	Silver

Part Numbers

NAS Pin Part Number Example

NAS1476 - 08

Pin, Swage Locking, Alloy Steel
 Pull-type, 3/16" Diameter
 NAS1448 for 1/4" diameter
 NAS1450 for 5/16" diameter
 NAS1452 for 3/8" diameter

The number after the dash is nominal grip of pin in 1/16" (see Pin Grip Length Chart above)

Auto M after basic number when sealant escape groove is required.

NAS Collar Part Number Example

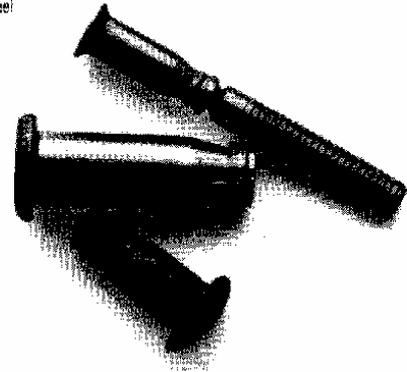
NAS1080 C 06

Collar, HUCKBOLT Swage Locking for pull and stump type

Nominal fastener diameter in 1/32" - 5/32" - 3/16" nominal diameter

- 04 = 1/8"
- 05 = 5/32"
- 06 = 1/4"
- 10 = 5/16"
- 12 = 3/8"

- G = 2024 Aluminum
- C = 2024 Aluminum Alloy
- UG = A-286 CRAS
- MK = Monel
- K = 2024 Aluminum
- E = Carbon Steel



Tension Pull Type Lockbolt Fasteners



100° Flush Head



Protruding Head



Crown Head



Collar

Pins⁽²⁾

Collars

The listed collars are sorted by diameter and are compatible with all the pins within the same diameter.

Inspection Gage

	Pin Nom Size	Head	Pin Basic Part No.	Collars	Min. (c) Tensile (pounds)	Gage NAS 1553	
8740 Alloy Steel - 95 KSI	.164	Protruding	NAS1465	NAS1080-05	1100	85-12	
		Flush	NAS1475	NAS1080R05	1100	85-12	
		Crown	NAS6935	NAS1080UG05	1100	85-12	
	.190 / .203(b)	Flush	Protruding	NAS1456	NAS1080-06	2210	85-10
			Protruding	NAS1466	NAS1080R06	2210	85-10
			Flush	NAS1476	NAS1080UK06	2210	85-17
			Crown	NAS6936	NAS1080MK06	2210	85-17
	.250 / .266(b)	Flush	Protruding	NAS1458	NAS1080-08	4080	85-2
			Protruding	NAS1468	NAS1080R08	4080	85-2
			Crown	NAS6938	NAS1080UK08	4080	85-2
			Flush	NAS1478	NAS1080MK08	4080	85-2
	.312 / .328(b)	Flush	Protruding	NAS1460	NAS1080P10	6500	85-8
			Protruding	NAS1470	NAS1080H10	6500	85-8
			Flush	NAS1480	NAS1080UK10	6500	85-19
			Crown	NAS6940	NAS1080MK10	6500	85-19
	.375 / .391(b)	Flush	Protruding	NAS1482	NAS1080P12	10100	85-9
Protruding			NAS1472	NAS1080R12	10100	85-9	
Flush			NAS1482	NAS1080UK12	10100	85-22	
Crown			NAS6942	NAS1080MK12	10100	85-22	
A-286 CRES - 95 KSI	.164	Flush	NAS6955	NAS1080-05	1100	85-12	
			NAS6965	NAS1080R05	1100	85-12	
			NAS6946	NAS1080UG05	1100	85-12	
			NAS6956	NAS1080MG05	1100	85-12	
	.190	Flush	NAS6946	NAS1080-06	2210	85-10	
			NAS6956	NAS1080R06	2210	85-10	
			NAS6966	NAS1080UK06	2210	85-17	
	.250	Flush	NAS6946	NAS1080-08	4080	85-2	
			NAS6956	NAS1080R08	4080	85-2	
			NAS6966	NAS1080UK08	4080	85-21	
	.312 / .328(b)	Flush	NAS6946	NAS1080MK08	4080	85-21	
			NAS6956	NAS1080MK08	4080	85-21	
			NAS6966	NAS1080MK08	4080	85-21	

continued on next page

Pins^(a)

Collars

The listed collars are sorted by diameter and are compatible with all the pins within the same diameter.

Inspection Gage

Pin Nom Size	Head	Pin Basic Part No.	Collars	Min. (c) Tensile (pounds)	Gage NAS 1563
.312	Flush	NAS6950	NAS1080P10	6500	85-8
	Flush	NAS6960	NAS1080R10	6500	85-8
	Protruding	NAS6970	NAS1080UK10	6500	85-19
		NAS1080MK10	6500	85-19	
.375	Flush	NAS6952	NAS1080P12	10100	85-9
	Flush	NAS6962	NAS1080R12	10100	85-9
	Protruding	NAS6972	NAS1080UK12	10100	85-22
		NAS1080MK12	10100	85-22	
7075 Aluminum - 45 KSI					
.164	Protruding	NAS1525	NAS1080D05	740	85-7
	Flush	NAS1535			
.190	Flush	NAS1516	NAS1080D06	1195	85-10
	Protruding	NAS1526			
	Flush	NAS1536			
.250	Flush	NAS1518	NAS1080D08	2200	85-7
	Protruding	NAS1528			
	Flush	NAS1538			
.312	Flush	NAS1520	NAS1080D10	3500	85-3
	Protruding	NAS1530			
	Flush	NAS1540			
.375	Flush	NAS1522	NAS1080D12	5455	85-4
	Protruding	NAS1532			
	Flush	NAS1542			
6AL-4V Titanium - 95 KSI					
.164	Protruding	NAS2005	NAS1080-05	1100	85-12
	Flush	NAS2105	NAS1080AT05	910	85-12
	Flush	NAS2115	NAS1080UG05	1100	85-12
	Crown	NAS2125			
.190 / .203(b)	Protruding	NAS2006	NAS1080-6	2210	85-10
	Flush	NAS2106	NAS1080UK06	2210	85-17
	Flush	NAS2116			
	Crown	NAS2126			
.250 / .266(b)	Protruding	NAS2008	NAS1080-08	4080	85-16
	Flush	NAS2108	NAS1080UK08	4080	85-21
	Flush	NAS2118			
	Crown	NAS2128			
.312 / .328(b)	Protruding	NAS2010	NAS1080P10	6500	85-8
	Flush	NAS2110	NAS1080AP10	5500	85-8
	Flush	NAS2120	NAS1080UK10	6500	85-19
	Crown	NAS2130			
.375 / .391(b)	Protruding	NAS2012	NAS1080P12	10100	85-9
	Flush	NAS2112	NAS1080UK12	10100	85-22
	Flush	NAS2122			
	Crown	NAS2132			

(a) 4 Locking Grooves - Nominal sizes thru .250 for Cries, .266 for Alloy Steel and all Aluminum pins.

5 Locking Grooves - Nominal sizes .312 and larger for Cries and Alloy Steel.

(b) Oversize - Available in MS20426 and Protruding head sizes .203 and larger for Alloy Steel and 6AL-4V Titanium.

(c) Minimum ultimate tensile strength of installed fastener with noted collar

Technical Data

Pin Shear Strength

HUCKBOLT Pin or Stump Diameter	Pin or Stump Material	Min. Ultimate Single Shear Pounds
.164	Alloy Steel	2005
	A-286 Cres	2005
	6AL-4V Titanium	2005
	7075 Aluminum	960
.190	Alloy Steel	2690
	A-286 Cres	2690
	6AL-4V Ti	2690
	7075 Aluminum	1260
.250	Alloy Steel	4650
	A-286 Cres	4650
	6AL-4V Titanium	4650
	7075 Aluminum	2185
.312	Alloy Steel	7300
	A-286 Cres	7300
	6AL-4V Titanium	7300
	7075 Aluminum	3450
.375	Alloy Steel	10500
	A-286 Cres	10500
	6AL-4V Titanium	10500
	7075 Aluminum	4970

Collars Tension Type

Basic No. and Code	Material	Finish Color
NAS1080	2024 Aluminum	Green
NAS1080P	2024 Aluminum	Blue
NAS1080D	6061 Aluminum	None (Natural)
NAS1080R	Carbon Steel	Gold
NAS1080UG	A-286 Cres	Black
NAS1080UK	A-286 Cres	Black
NAS1080MG	Monel	Black
NAS1080MK	Monel	Black

Pin Grip Lengths

Grip Dash No.	Nom Grip	Material Thickness Range	
		Min.	Max.
01	.062	.031	.094
02	.125	.095	.156
03	.188	.157	.219
04	.250	.220	.281
05	.312	.282	.344
06	.375	.345	.406
07	.438	.407	.469
08	.500	.470	.531
09	.562	.532	.594
10	.625	.595	.656
11	.688	.657	.719
12	.750	.720	.781
13	.812	.782	.844
14	.875	.845	.906
15	.938	.907	.969
16	1.000	.970	1.031
17	1.062	1.032	1.094
18	1.125	1.095	1.156
19	1.188	1.157	1.219
20	1.250	1.220	1.281
21	1.312	1.282	1.344
22	1.375	1.345	1.406
23	1.438	1.407	1.469
24	1.500	1.470	1.531
25	1.562	1.532	1.594
26	1.625	1.595	1.656
27	1.688	1.657	1.719
28	1.750	1.720	1.781
29	1.812	1.782	1.844
30	1.875	1.845	1.906
31	1.938	1.907	1.969
32	2.000	1.970	2.031

Part Numbers

NAS Pin Part Number Example

NAS1476 - 08

Pin, Swage Locking, Alloy Steel
Pull-type, .190 Diameter

NAS1475 for .164 diameter
NAS1476 for .190
NAS1478 for .250 diameter
NAS1480 for .312 diameter
NAS1482 for .375 diameter

The number after the dash is nominal grip of pin in 1/16" (see Pin Grip Length Chart above)

Add **N** after basic number for nickel-cadmium plating.
Add **M** after basic number when sealant escape groove is required.
Add **A** suffix if oversize is required.

NAS Collar Part Number Example

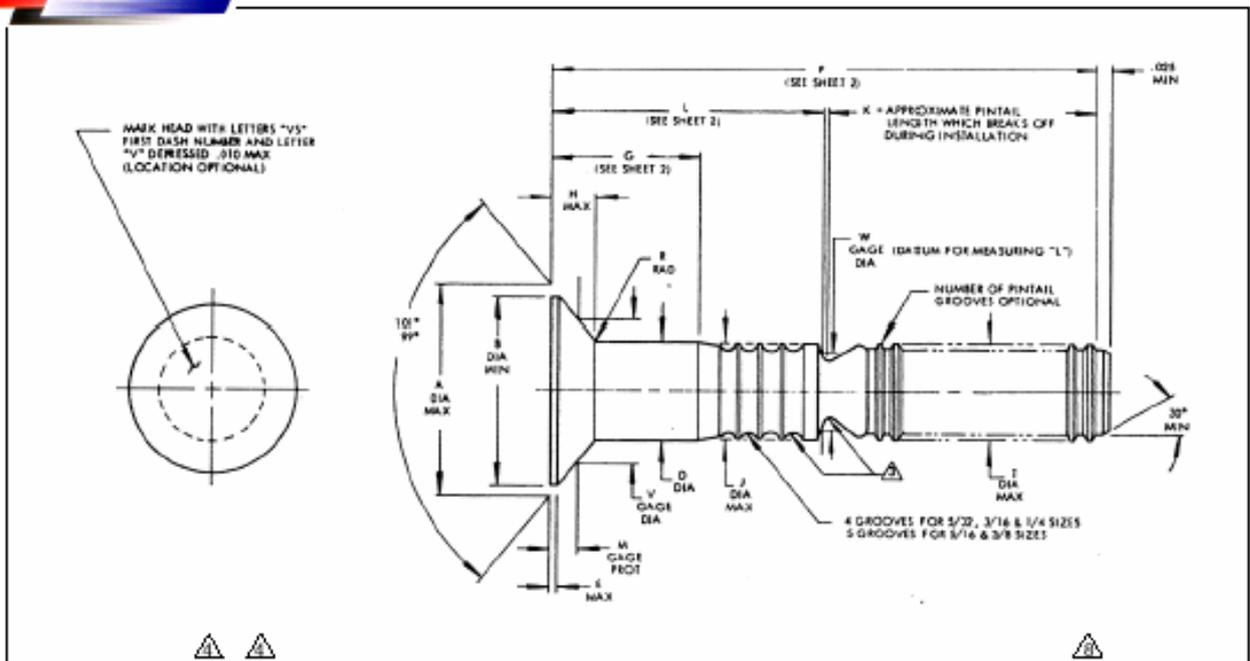
NAS1080 - 06

Nominal fastener diameter in 1/32"

Collar, HUCKBOLT Swage Locking for pull and stump type

(-) dash code indicates 2024 Aluminum Alloy (see Collars Tension Type for other codes and materials)

nominal diameter .190
05 = .164
06 = .190
08 = .250
10 = .312
12 = .375



PART NUMBER	NOM DIA	A DIA MAX	B DIA MIN	D DIA	E MAX	H MAX	J DIA MAX	K REF	M GAGE PROT	R RAD	T DIA MAX	V GAGE DIA	W GAGE DIA	Z	DOUBLE SHEAR STRENGTH LBS MIN	TENSILE STRENGTH LBS MIN	ALUMINUM COLLARS
VLB132(.5-)	5/32	.332	.298	.1840 .1830	.010	.072	.158	.81	.0201 .0185	.020 .010	.158	.2832 .2830	.136	.0040	4010	1100	NAS1080-5
VLB132(.6-)	3/16	.388	.344	.1895 .1885	.013	.084	.185	.90	.0243 .0205	.030 .020	.183	.3272 .3270	.164	.0040	5380	2210	NAS1080-6
VLB132(.8-)	1/4	.507	.464	2495 2485	.017	.110	.242	.98	.0310 .0270	.030 .020	243	.4320 .4318	.224	.0030	9300	4080	NAS1080-8
VLB132(.10-)	5/16	.634	.574	.3120 .3110	.020	.138	.305	1.01	.0367 .0325	.040 .030	299	.5451 .5449	.288	.0030	14800	6500	NAS1080P10
VLB132(.12-)	3/8	.762	.693	.3745 .3735	.023	.165	.388	1.06	.0428 .0380	.040 .030	359	.6582 .6580	.339	.0025	21000	10100	NAS1080P12

DRG: C/WRP/PLM/NT/ADFC: NAS621

PROCUREMENT SPEC: NAS621
 MATERIAL: 6A1-4V TITANIUM ALLOY PER PROCUREMENT SPEC.
 HEAT TREAT: 95,000 PSI MINIMUM SHEAR STRENGTH.
 FINISH: CADMIUM PLATE PER VPS1001, TYPE I, CLASS 3, OVER NICKEL STRIKE.

PART CODE & EXAMPLE: VLB132

GENERAL NOTES:

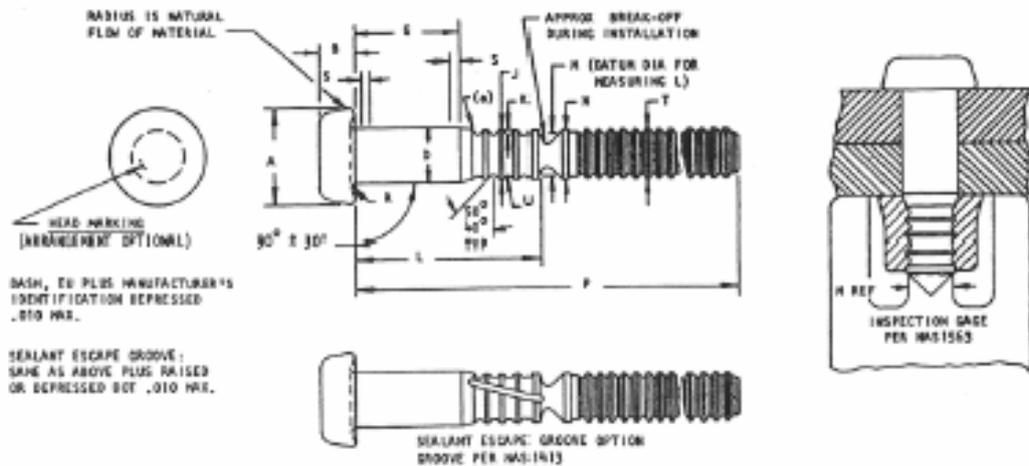
- CONCENTRICITY: CONICAL SURFACE OF HEAD TO SHANK WITHIN .003 TIR. SHANK SHALL BE STRAIGHT WITHIN ".2" VALUES PER INCH OF LENGTH OR Z/2 WHEN MEASURED WITH A FEELER GAGE AND SURFACE PLATE.
- LOCKING GROOVES AND BREAKNECK GROOVE. INSPECT WITH COMPARATOR CHARTS LISTED FOR TENSION LOCKBOLTS IN NAS621, TABLE IX.
- DIMENSIONS "A", "B" AND "H": INCLUDED FOR ENGINEERING REFERENCE PURPOSES ONLY NOT FOR INSPECTION PURPOSES. VALUES "A", "B", AND "H": CALCULATED LIMITS RESULTING FROM TOLERANCE ON "D", "V", "M", "E" AND HEAD ANGLE.
- SURFACE ROUGHNESS PER USAS B46.1. CONICAL SURFACE OF HEAD, HEAD TO SHANK FILLET RADIUS AND SHANK 63 RHR MAX. ALL OTHER SURFACES 125 RHR MAX.
- GAGE PROTRUSION ON "W": SEE NAS627 FOR THE RECOMMENDED PRACTICE FOR INSPECTING HEAD CHARACTERISTICS.
- DIMENSIONS IN INCHES AND TO BE MET AFTER PLATING.
- TENSILE STRENGTH VALUES ARE BASED ON USING THE NAS1080 ALUMINUM COLLAR TABULATED ABOVE WITH THIS VLB132 LOCKBOLT.
- TDP OF HEAD SHALL BE PERPENDICULAR TO SHANK WITHIN 90° +15°.
- FOR UNPLATED PARTS SEE NAS2105-2112.

TITLE
 LOCKBOLT, 100° FLUSH TENSION HEAD
 PULL-TYPE, 6A1-4V TITANIUM ALLOY
 95 KSI MIN SHEAR

CODE IDENT. NO.
 92215

STANDARD
 VLB 132

SHEET 1 OF 2



BASIC PART NUMBER	NOM SIZE	D SHANK DIA	A DIA	B	J DIA	K	M GAGE DIA	N DIA	R RAD	S (b) MAX	T MAX DIA	U(c)
NAS6965	.164	.1650 .1635	.282 .258	.095 .085	.158 .152	.012 .008	.136	.158 .144	.020 .010	.026	.158	4
NAS6966	.190	.1895 .1880	.327 .297	.111 .099	.185 .177	.015 .011	.164	.185 .169	.025 .010	.031	.183	4
NAS6968	.250	.2495 .2480	.430 .390	.147 .128	.242 .235	.018 .014	.224	.242 .221	.025 .010	.042	.243	4
NAS6970	.312	.3120 .3105	.535 .485	.184 .158	.305 .294	.023 .017	.288	.305 .276	.025 .010	.052	.299	5
NAS6972	.375	.3745 .3730	.655 .595	.224 .194	.368 .361	.027 .021	.339	.368 .336	.030 .015	.062	.359	5

- (a) SLIGHT HOOK PERMITTED WHERE TAPER OF LOCKING GROOVE MEETS TAPER OF ORIGINAL BLANK.
- (b) AT THE INTERSECTION OF THE HEAD TO SHANK, THE SHANK DIA MAY BE .002 LARGER THAN MAX "D" FOR DISTANCE "S" AS MEASURED FROM THE TANGENCY OF THE "R" RADIUS. THE SHANK DIA IMMEDIATELY BEFORE THE END OF GRIP "G" MAY BE .001 SMALLER THAN MIN "D" FOR DISTANCE "S".
- (c) NUMBER OF LOCKING GROOVES.

MATERIAL: A-286 CRES (AISI 660) PER AMS 5736 OR 5737
 HEAT TREAT: SOLUTION TREATED AND AGED. MINIMUM SHEAR STRENGTH 95,000 PSI.
 FINISH: PASSIVATE PER SPEC QQ-P-35.
 CADIUM PLATE PER QQ-P-416, TYPE II, CLASS 2.
 NICKEL-CADIUM-PLATING PER AMS2416.
 LUBRICATION: CETYL ALCOHOL PER PROCUREMENT SPECIFICATION.
 DIMENSIONS TO BE MET AFTER PLATING EXCEPT PARTS WITH NICKEL-CADIUM MAY HAVE DIMENSIONS INCREASED BY .0005.
 CODE: DASH NUMBER DESIGNATES NOMINAL GRIP IN .0625 INCREMENTS.
 ADD "C" AFTER BASIC NUMBER FOR TYPE III CADIUM PLATING.
 ADD "N" AFTER BASIC NUMBER FOR NICKEL-CADIUM PLATING.
 ADD "H" AFTER BASIC NUMBER WHEN SEALANT ESCAPE GROOVE IS REQUIRED.

LIST OF CURRENT SHEETS

NO.	REV.
1	NEW
2	NEW

<p>NAS 6965 THRU 6972</p>		

HI-SHEAR

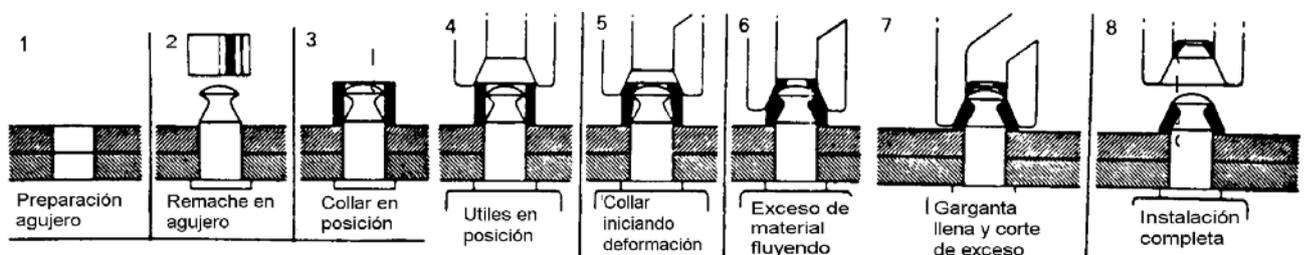
Los elementos denominados Hi-shear se emplean para uniones permanentes en las que se pretende obtener reducción de peso y rapidez de instalación, están formados por un vástago construido en acero y provisto de cabeza, junto a un collar que realiza el cierre; para su montaje se requiere tener acceso desde los dos lados y es necesario emplear herramientas especiales.

Los vástagos se fabrican con cabezas planas o avellanadas y en distintos tipos de materiales bajo normas NAS. Los collares se fabrican en plomo o en aleación de aluminio 2117T4.

La aplicación de los remaches Hi-shear debe de limitarse a los casos de esfuerzos de cortadura.

Los taladros deben de realizarse para que exista interferencia.

En la figura, se muestra la secuencia de su instalación.



Hi-lok, Hi-tigue

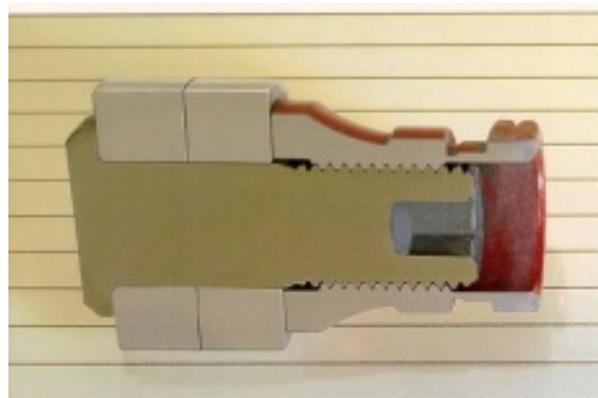
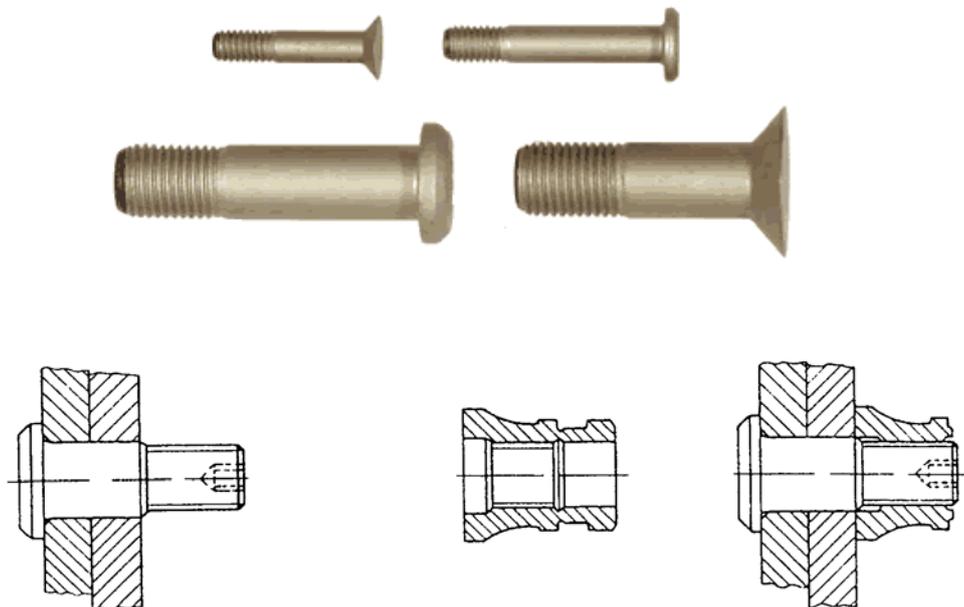
Elementos de unión para esfuerzos de cortadura y tracción utilizados en uniones de piezas con acceso desde los dos lados, constan de un vástago roscado con cabeza y una tuerca especial que los acompaña incorpora una ranura de separación entre las parte exagonal y cilíndrica que actúa como fusible de separación entre ellas cuando se alcanza un par de aprieto predeterminado.

Los vástagos, fabrican con cabezas avellanadas y cilíndricas y como materiales se emplean: aluminio, acero aleado, acero inoxidable (A286), titanio, H11 e Inco-718. Las tuercas se fabrican en aluminio, acero inoxidable y titanio.

Las dimensiones son de 5/32" a 1" de diámetro, en acabados muy variados

Como principales características se pueden resaltar: Resistencia a la fatiga como consecuencia del control de par. Posibilidad de automatizar la instalación, peso reducido en comparación con otros sistemas. Mucha variedad de materiales. No puede ser sobre apretado. No requiere inspecciones de control de par.

La denominación Hi-tigue corresponde a una variedad de hi-lok que en el inicio de la parte cilíndrica después de la rosca incorpora una pequeña protuberancia que en el momento de la instalación produce una deformación del agujero (cold working) de manera que se incrementa la resistencia a la fatiga del metal

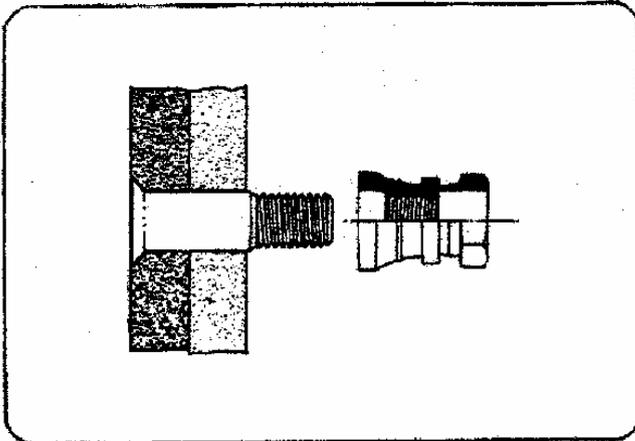




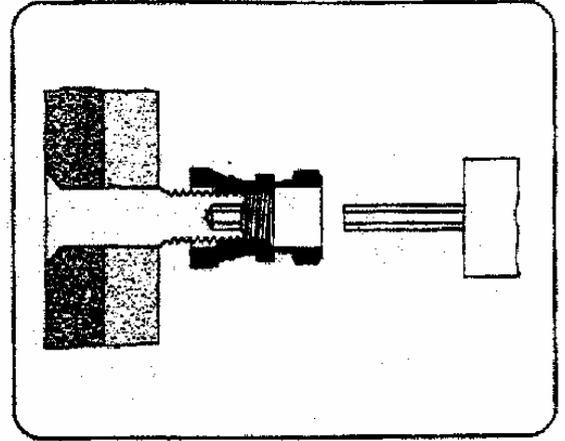
HI-LOK[®]

INSTALLATION SEQUENCE

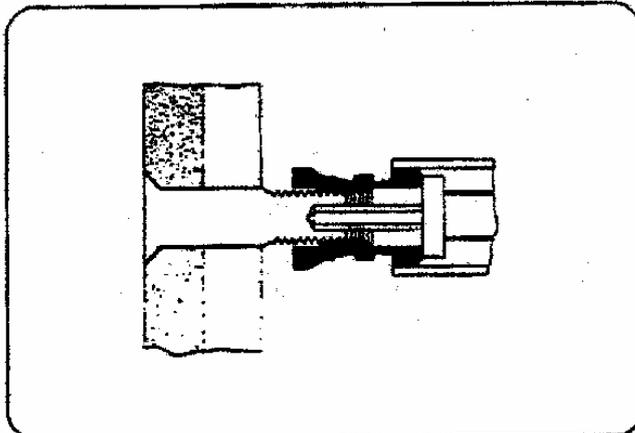
An exceptional feature of this fastening system is its ease of installation. First, the pin is inserted into the prepared hole, the collar is threaded on to the pin and then driven by the installation tooling.



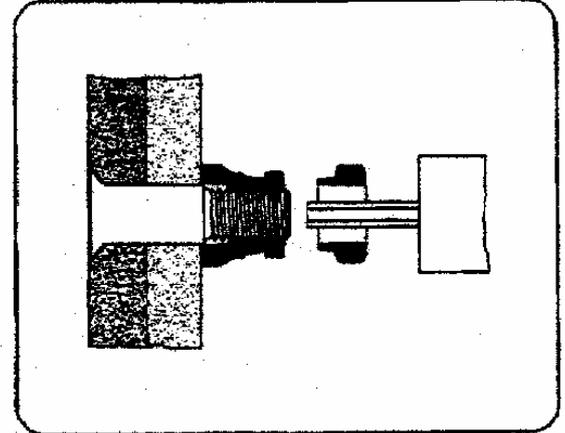
1 The installation of the Hi-Lok fastener is completed on one side of the assembly after the pin has been inserted through the hole from the other side.



2 For non-interference fit applications, the hex wrench tip of the power driver is inserted into the hex recess of the pin. This keeps the pin from rotating as the collar is driven.



3 Progressive tightening takes place as torque is applied.



4 At the designed torque level, built into the Hi-Lok collar, the hex portion of the collar is sheared off automatically by the driving tool. Removal of the installation tool from the Hi-Lok pin completes the installation.

HOLE PREPARATION

Hole preparation should conform with NAS 618 or individual company specifications. A close tolerance hole is always desirable and it is recommended that the maximum interference fit should be compatible with the material being joined. This will avoid excessive internal stresses in the structure adjacent to the hole.

Fairchild Fasteners

3000 West Lomita Blvd., Torrance, California 90505
Technical Sales: (310) 530-0963 Main Operator: (310) 530-2220

Ejemplos de datos de catálogos: designaciones, tipos de cabeza, material, tratamiento térmico, temperatura máxima de servicio, incrementos de longitudes de vástago, tuercas recomendadas, sobremedida mas próxima y características de empleo.



STANDARDS COMMITTEE FOR HI-LOK PRODUCTS

2600 SKYPARK DRIVE, TORRANCE, CALIFORNIA 90509

HI-SHEAR CORPORATION (Patent Holder) - Federal Code Ident. No. 73197
 VOI-SHAN DIV., VSI CORP. (License) - Federal Code Ident. No. 92215
 STANDARD PRESSED STEEL CO. (License) - Federal Code Ident. No. 56878

HI-LOK PIN IDENTIFICATION CHART									Issue: 3-20-68 Revised: October 1972
HI-LOK PIN PART NO.	PIN HEAD STYLE APPLICATION	MATERIAL	HEAT TREAT	SHANK DIA. TOL.	SUGGESTED MAXIMUM TEMP FOR USE	GRIP VARIATION	RECOMMENDED COMPANION HI-LOK COLLARS	NEXT OVERSIZE	CHARACTERISTICS
HL10	Protruding Shear	6A1-4V Titanium	95,000 psi Shear Minimum	.0005 or .0010	750°F or Sub. to Finish	1/16"	HL70 HL94 HL79 HL97 HL82 HL379	HL110	Used when weight conservation is essential and where pin shank and hole tolerances are critical. Anti-galling finish available for use with all types of HI-Lok collar materials.
HL11	100° Flush Shear	6A1-4V Titanium	95,000 psi Shear Minimum	.0005 or .0010	750°F or Sub. to Finish	1/16"	HL70 HL94 HL79 HL97 HL82 HL379	HL111	Used when weight conservation is essential and where pin shank and hole tolerances are critical. Anti-galling finish available for use with all types of HI-Lok collar materials.
HL12	Protruding Tension	6A1-4V Titanium	160,000 psi Tensile Minimum	.0005 or .0010	750°F or Sub. to Finish	1/16"	HL75 HL198 HL86 HL280	HL112	Used when weight conservation is essential and where pin shank and hole tolerances are critical. Anti-galling finish available for use with all types of HI-Lok collar materials.
HL13	100° Flush MS24694 Tension	6A1-4V Titanium	160,000 psi Tensile Minimum	.0005 or .0010	750°F or Sub. to Finish	1/16"	HL75 HL198 HL86 HL280	HL113	Used when weight conservation is essential and where pin shank and hole tolerances are critical. Anti-galling finish available for use with all types of HI-Lok collar materials.
HL14	Protruding Shear	H-11 Steel Alloy	156,000 psi Shear Minimum	.001	900°F or Sub. to Finish	1/16"	HL288 HL574	HL214	Used in high temperature applications where pin shank and hole close tolerances are required.
HL15	100° Flush Shear	H-11 Steel Alloy	156,000 psi Shear Minimum	.001	900°F or Sub. to Finish	1/16"	HL288 HL574	HL215	Used in high temperature applications where pin shank and hole close tolerances are required.
HL16	Protruding Tension	H-11 Steel Alloy	260,000 - 280,000 psi Tensile	.001	900°F or Sub. to Finish	1/16"	HL89 HL273	HL216	Used in high temperature applications where pin shank and hole close tolerances are required.
HL17	100° Flush MS24694 Tension	H-11 Steel Alloy	260,000 - 280,000 psi Tensile	.001	900°F or Sub. to Finish	1/16"	HL89 HL273	HL217	Used in high temperature applications where pin shank and hole close tolerances are required.
HL18	Protruding Shear	Alloy Steel	95,000 psi Shear Minimum	.001	450°F	1/16"	HL70 HL94 HL79 HL97 HL82 HL175	HL62	Used where pin shank and hole close tolerances are required.
HL19	100° Flush Shear	Alloy Steel	95,000 psi Shear Minimum	.001	450°F	1/16"	HL70 HL94 HL79 HL97 HL82 HL175	HL63	Used where pin shank and hole close tolerances are required.
HL20	Protruding Tension	Alloy Steel	160,000 - 180,000 psi Tensile	.001	450°F	1/16"	HL75 HL86 HL87	HL64	Used where pin shank and hole close tolerances are required.
HL21	100° Flush MS24694 Tension	Alloy Steel	160,000 - 180,000 psi Tensile	.001	450°F	1/16"	HL75 HL86 HL87	HL65	Used where pin shank and hole close tolerances are required.
HL22	Protruding Shear	7075-T6 Aluminum Alloy	Spec. MIL-H-6088	.001	250°F	1/16"	HL77 HL182 HL277	HL122	Has higher shear and tension allowables than DD rivets. Interchangeable with MS20470 rivets.
HL23	100° Flush MS20426 Shear	7075-T6 Aluminum Alloy	Spec. MIL-H-6088	.001	250°F	1/16"	HL77 HL182 HL277	HL123	Has higher shear and tension allowables than DD rivets. Interchangeable with MS20426 rivets.
HL24	100° Flush Sealing	6A1-4V Titanium	95,000 psi Shear Minimum	.0005	Subject to O-ring Limits	1/16"	HL70 HL79 HL82	HL124	Sealing HI-Lok with silicone or synthetic rubber O-ring. Used when weight conservation is critical and pin shank and hole tolerances are critical.
HL25	100° Flush Sealing	431 Stainless Steel	125,000 psi Shear Minimum	.0005	Subject to O-ring Limits	1/16"	HL70 HL79 HL86	HL125	Sealing HI-Lok with general purpose Aromatic Fuel Resistant O-ring. Used in high strength applications where shank and hole tolerances are critical.
HL30	Protruding Shear	431 Stainless Steel	125,000 psi Shear Minimum	.0005 or .0010	400°F	1/16"	HL70 HL94 HL79 HL97 HL82 HL175	HL66	Used in high strength applications where shank and hole tolerances are critical.
HL31	100° Flush Shear	431 Stainless Steel	125,000 psi Shear Minimum	.0005 or .0010	400°F	1/16"	HL70 HL94 HL79 HL97 HL82 HL175	HL67	Used in high strength applications where shank and hole tolerances are critical.
HL32	Protruding Tension	431 Stainless Steel	125,000 psi Shear Minimum	.0005 or .0010	400°F	1/16"	HL73 HL87 HL75 HL89 HL86 HL273	HL36	Used in high strength applications where shank and hole tolerances are critical.
HL33	100° Flush MS24694 Tension	431 Stainless Steel	125,000 psi Shear Minimum	.0005 or .0010	400°F	1/16"	HL73 HL87 HL75 HL89 HL86 HL273	HL37	Used in high strength applications where shank and hole tolerances are critical.
HL34	100° Flush Stud Pin Shear	431 Stainless Steel	125,000 psi Shear Minimum	.0003	400°F	1/16"	HL76 HL86		Stud fastener. Fastens primary structure and provides means of attaching removable elements. Used in high strength applications where shank and hole tolerances are critical.
HL35	100° Flush Stud Pin Shear	Alloy Steel	95,000 psi Shear Minimum	.001	450°F	1/16"	HL70 HL79 HL82		Stud fastener. Fastens primary structure and provides means of attaching removable elements.
HL40	Protruding Shear	A-286 Hi-Temp. Alloy	95,000 psi Shear Minimum at 700°F	.0005 or .0010	1200°F or Sub. to Finish	1/16"	HL70 HL94 HL79 HL97 HL82 HL297	HL140	Used in high temperature shear applications where shank and hole close tolerances are required.
HL41	100° Flush Shear	A-286 Hi Temp. Alloy	95,000 psi Shear Minimum at 700°F	.0005 or .0010	1200°F or Sub. to Finish	1/16"	HL70 HL94 HL79 HL97 HL82 HL297	HL141	Used in high temperature shear applications where shank and hole close tolerances are required.

**STANDARDS COMMITTEE
FOR HI-LOK PRODUCTS**

2600 SKYPARK DRIVE, TORRANCE, CALIFORNIA 90509

HI-SHEAR CORPORATION (Patent Holder) - Federal Code Ident. No. 73197
VOI-SHAN DIV., VSI CORP. (License) - Federal Code Ident. No. 92215
STANDARD PRESSED STEEL CO. (Licensee) - Federal Code Ident. No. 56878

HI-LOK PIN IDENTIFICATION CHART

HI-LOK PIN PART NO.	PIN HEAD STYLE APPLICATION	MATERIAL	HEAT TREAT	SHANK DIA. TOL.	SUGGESTED MAXIMUM TEMP. FOR USE	GRIP VARIATION	RECOMMENDED COMPANION HI-LOK COLLARS	NEXT OVERSIZE	CHARACTERISTICS
HL44	Protruding Shear	René 41	95,000 psi Shear Minimum	.0005	1400°F	1/16"	HL88	—	Used in high temperature shear applications where pin shank and hole close tolerances are required.
HL45	100° Flush Shear	René 41	95,000 psi Shear Minimum	.0005	1400°F	1/16"	HL88	—	Used in high temperature shear applications where pin shank and hole close tolerances are required.
HL48	Protruding Tension	A-286 Hi-Temp. Alloy	160,000 psi Tensile Minimum at 70°F	.0005 or .0010	1200°F or Sub. to Finish	1/16"	HL75 HL78 HL86	HL248	Used in high temperature tension applications where shank and hole close tolerances are required.
HL49	100° Flush MS24694 Tension	A-286 Hi-Temp. Alloy	160,000 psi Tensile Minimum at 70°F	.0005 or .0010	1200°F or Sub. to Finish	1/16"	HL75 HL78 HL86	HL249	Used in high temperature tension applications where shank and hole close tolerances are required.
HL50	Protruding Shear	Alloy Steel	95,000 psi Shear Minimum	.001	450°F	3/32"	HL83 HL90 HL490 HL579 HL594 HL683	HL56	Used in shear applications where pin shank and hole close tolerances are required.
HL51	100° Flush Shear	Alloy Steel	95,000 psi Shear Minimum	.001	450°F	3/32"	HL83 HL90 HL490 HL579 HL594 HL683	HL57	Used in shear applications where pin shank and hole close tolerances are required.
HL52	Protruding Shear	431 Stainless Steel	125,000 psi Shear Minimum	.001	400°F	1/16"	HL79 HL82 HL94	HL458	1/64" oversize for HL54.
HL53	100° Flush Shear	431 Stainless Steel	125,000 psi Shear Minimum	.001	400°F	1/16"	HL79 HL82 HL94	HL459	1/64" oversize for HL61.
HL54	Protruding Shear	431 Stainless Steel	125,000 psi Shear Minimum	.001	400°F	1/16"	HL70 HL79 HL82 HL94 HL97 HL175	HL52	Used in shear applications where pin shank and hole close tolerances are required. Same as HL30 except cadmium plated.
HL56	Protruding Shear	Alloy Steel	95,000 psi Shear Minimum	.001	450°F	3/32"	HL83 HL91 HL579 HL594 HL683 HL694	HL68	1/64" oversize for HL50.
HL57	100° Flush Shear	Alloy Steel	95,000 psi Shear Minimum	.001	450°F	3/32"	HL83 HL81 HL579 HL594 HL683 HL694	HL69	1/64" oversize for HL51.
HL58	Protruding Shear	431 Stainless Steel	125,000 psi Shear Minimum	.0005 or .0010	400°F	1/16"	HL84 HL197 HL294 HL382	—	1/32" oversize for HL66.
HL59	100° Flush Shear	431 Stainless Steel	125,000 psi Shear Minimum	.0005 or .0010	400°F	1/16"	HL84 HL197 HL294 HL382	—	1/32" oversize for HL67.
HL60	Protruding Tension	Alloy Steel	160,000-180,000 psi Tensile	.001	450°F	1/16"	HL72 HL75 HL86	—	Threaded stud pin.
HL61	100° Flush Shear	431 Stainless Steel	125,000 psi Shear Minimum	.001	400°F	1/16"	HL70 HL79 HL82 HL94 HL97 HL175	HL53	Used in shear applications where pin shank and hole close tolerances are required. Same as HL31 except cadmium plated.
HL62	Protruding Shear	Alloy Steel	95,000 psi Shear Minimum	.001	450°F	1/16"	HL79 HL82 HL94 HL175 HL197	HL218	1/64" oversize for HL18 or HL418.
HL63	100° Flush Shear	Alloy Steel	95,000 psi Shear Minimum	.001	450°F	1/16"	HL79 HL82 HL94 HL175 HL197	HL219	1/64" oversize for HL19 or HL419.
HL64	Protruding Tension	Alloy Steel	160,000-180,000 psi Tensile	.001	450°F	1/16"	HL75 HL87	HL220	1/64" oversize for HL20 or HL420.
HL65	100° Flush MS24694 Tension	Alloy Steel	160,000-180,000 psi Tensile	.001	450°F	1/16"	HL75 HL87	HL221	1/64" oversize for HL21 or HL421.
HL66	Protruding Shear	431 Stainless Steel	125,000 psi Shear Minimum	.0005 or .0010	400°F	1/16"	HL79 HL82 HL94 HL175 HL197 HL297	HL58	1/64" oversize for HL30.
HL67	100° Flush Shear	431 Stainless Steel	125,000 psi Shear Minimum	.0005 or .0010	400°F	1/16"	HL79 HL82 HL94 HL175 HL197 HL297	HL59	1/64" oversize for HL31.
HL68	Protruding Shear	Alloy Steel	95,000 psi Shear Minimum	.001	450°F	3/32"	HL92 HL492 HL783	—	1/32" oversize for HL56.
HL69	100° Flush Shear	Alloy Steel	95,000 psi Shear Minimum	.001	450°F	3/32"	HL92 HL492 HL783	—	1/32" oversize for HL57.
HL110	Protruding Shear	6 Al-4V Titanium Alloy	95,000 psi Shear Minimum	.0005 or .0010	750°F or Sub. to Finish	1/16"	HL79 HL82 HL94 HL276 HL379	HL410	1/64" oversize for HL10.

**STANDARDS COMMITTEE
FOR HI-LOK PRODUCTS**

2600 SKYPARK DRIVE, TORRANCE, CALIFORNIA 90509

HI-SHEAR CORPORATION (Patent Holder) - Federal Code Ident. No. 73197
VOI-SHAN DIV., VSI CORP. (License) - Federal Code Ident. No. 92215
STANDARD PRESSED STEEL CO. (Licensee) - Federal Code Ident. No. 56878

HI-LOK PIN IDENTIFICATION CHART

HI-LOK PIN PART NO.	PIN HEAD STYLE APPLICATION	MATERIAL	HEAT TREAT	SHANK DIA. TOL.	SUGGESTED MAXIMUM TEMP. FOR USE	GRIP VARIATION	RECOMMENDED COMPANION HI-LOK COLLARS	NEXT OVERSIZE	CHARACTERISTICS
HL111	100° Flush Shear	6A1-4V Titanium Alloy	95,000 psi Shear Minimum	.0005 or .0010	750°F or Sub. to Finish	1/16"	HL79 HL82 HL94 HL276 HL379	HL411	1/64" oversize for HL11.
HL112	Protruding Tension	6A1-4V Titanium Alloy	160,000 psi Tensile Minimum	.0005 or .0010	750°F or Sub. to Finish	1/16"	HL75 HL87 HL198 HL280	—	1/64" oversize for HL12.
HL113	100° Flush MS24694 Tension	6A1-4V Titanium	160,000 psi Tensile Minimum	.0005 or .0010	750°F or Sub. to Finish	1/16"	HL75 HL87 HL198 HL280	—	1/64" oversize for HL13.
HL114	Protruding Shear	H-11 Steel Alloy	132,000 psi Shear Minimum	.001	900°F or Sub. to Finish	1/16"	HL288 HL574	HL314	Same as HL14 except heat treat.
HL115	100° Flush Shear	H-11 Steel Alloy	132,000 psi Shear Minimum	.001	900°F or Sub. to Finish	1/16"	HL288 HL574	HL315	Same as HL15 except heat treat.
HL116	Protruding Tension	H-11 Steel Alloy	220,000 psi Tensile Minimum	.001	900°F or Sub. to Finish	1/16"	HL89 HL273	HL316	Same as HL16 except heat treat.
HL117	100° Flush MS24694 Tension	H-11 Steel Alloy	220,000 psi Tensile Minimum	.001	900°F or Sub. to Finish	1/16"	HL89 HL273	HL317	Same as HL17 except heat treat.
HL122	Protruding Shear	7075-T6 Aluminum Alloy	Spec. MIL-H-6088	.001	250°F	1/16"	HL182 HL377	HL238	1/64" oversize for HL22.
HL123	100° Flush MS20426 Shear	7075-T6 Aluminum Alloy	Spec. MIL-H-6088	.001	250°F	1/16"	HL182 HL377	HL239	1/64" oversize for HL23.
HL124	100° Flush Sealing	6A1-4V Titanium Alloy	95,000 psi Shear Minimum	.0005	Subject to O-Ring Limits	1/16"	HL79 HL82	—	1/64" oversize for HL24.
HL125	100° Flush Sealing	431 Stainless Steel	125,000 psi Shear Minimum	.0005	Subject to O-Ring Limits	1/16"	HL79 HL87 HL272	—	1/64" oversize for HL25.
HL214	Protruding Shear	H-11 Steel Alloy	156,000 psi Shear Minimum	.001	900°F or Sub. to Finish	1/16"	HL288 HL574	HL714	1/64" oversize for HL14.
HL215	100° Flush Shear	H-11 Steel Alloy	156,000 psi Shear Minimum	.001	900°F or Sub. to Finish	1/16"	HL288 HL574	HL715	1/64" oversize for HL15.
HL216	Protruding Tension	H-11 Steel Alloy	260,000-280,000 psi Tensile	.001	900°F or Sub. to Finish	1/16"	HL89 HL273	HL516	1/64" oversize for HL16.
HL217	100° Flush MS24694 Tension	H-11 Steel Alloy	260,000-280,000 psi Tensile	.001	900°F or Sub. to Finish	1/16"	HL89 HL273	HL517	1/64" oversize for HL17.
HL218	Protruding Shear	Alloy Steel	95,000 psi Shear Minimum	.001	450°F	1/16"	HL84 HL197 HL294	HL202	1/32" oversize for HL62.
HL219	100° Flush Shear	Alloy Steel	95,000 psi Shear Minimum	.001	450°F	1/16"	HL84 HL197 HL294	HL203	1/32" oversize for HL63.
HL220	Protruding Tension	Alloy Steel	160,000-180,000 psi Tensile	.001	450°F	1/16"	HL93 HL293 HL393	HL204	1/32" oversize for HL64.
HL221	100° Flush MS24694 Tension	Alloy Steel	160,000-180,000 psi Tensile	.001	450°F	1/16"	HL93 HL293 HL393	HL205	1/32" oversize for HL65.
HL510	Protruding Shear	6A1-4V Titanium Alloy	95,000 psi Shear Minimum	.001	450°F	1/16"	HL70 HL79 HL82 HL94 HL97 HL379	—	Same as HL10 except finish.
HL511	100° Flush Shear	6A1-4V Titanium Alloy	95,000 psi Shear Minimum	.001	450°F	1/16"	HL70 HL79 HL82 HL94 HL97 HL379	—	Same as HL11 except finish.
HL512	Protruding Tension	6A1-4V Titanium Alloy	160,000 psi Tensile Minimum	.001	450°F	1/16"	HL75 HL86 HL198 HL280	—	Same as HL12 except finish.
HL513	100° Flush MS24694 Tension	6A1-4V Titanium Alloy	160,000 psi Tensile Minimum	.001	450°F	1/16"	HL75 HL86 HL198 HL280	—	Same as HL13 except finish.
HL714	Protruding Shear	H-11 Steel Alloy	156,000 psi Shear Minimum	.001	900°F or Sub. to Finish	1/16"	HL674	—	1/32" oversize for HL214.

**STANDARDS COMMITTEE
FOR HI-LOK PRODUCTS**

2600 SKYPARK DRIVE, TORRANCE, CALIFORNIA 90509

HI-SHEAR CORPORATION (Patent Holder) - Federal Code Ident. No. 73197
 VOI-SHAN DIV., VSI CORP. (License) - Federal Code Ident. No. 92215
 STANDARD PRESSED STEEL CO. (Licensee) - Federal Code Ident. No. 56878

HI-LOK PIN IDENTIFICATION CHART

HI-LOK PIN PART NO.	PIN HEAD STYLE APPLICATION	MATERIAL	HEAT TREAT	SHANK DIA. TOL.	SUGGESTED MAXIMUM TEMP. FOR USE	GRIP VARIATION	RECOMMENDED COMPANION HI-LOK COLLARS	NEXT OVERSIZE	CHARACTERISTICS	
HL715	100° Flush Shear	H-11 Steel Alloy	156,000 psi Shear Minimum	.001	900°F or Sub. to Finish	1/16"	HL674	—	1/32" oversize for HL215.	
HL718	Protruding Shear	Alloy Steel	108,000 psi Shear Minimum	.001	450°F	1/16"	HL70 HL79 HL82	HL94 HL97 HL175	HL762	Same as HL18 except heat treat.
HL719	100° Flush Shear	Alloy Steel	108,000 psi Shear Minimum	.001	450°F	1/16"	HL70 HL79 HL82	HL94 HL97 HL175	HL763	Same as HL19 except heat treat.
HL720	Protruding Tension	Alloy Steel	180,000-200,000 psi Tensile	.001	450°F	1/16"	HL73 HL75 HL86	HL87 HL89 HL273	HL764	Same as HL20 except heat treat.
HL721	100° Flush Tension	Alloy Steel	180,000-200,000 psi Tensile	.001	450°F	1/16"	HL73 HL75 HL86	HL87 HL89 HL273	HL765	Same as HL21 except heat treat.
HL910	Protruding Shear	6A1-6V-2Sn Titanium Alloy	108,000 psi Shear Minimum	.0005 or .0010	750°F or Sub. to Finish	1/16"	HL70 HL79 HL82	HL97 HL94 HL379	HL950	Same as HL10 except material and heat treat.
HL911	100° Flush Shear	6A1-6V-2Sn Titanium Alloy	108,000 psi Shear Minimum	.0005 or .0010	750°F or Sub. to Finish	1/16"	HL70 HL79 HL82	HL97 HL94 HL379	HL951	Same as HL11 except material and heat treat.
HL912	Protruding Tension	6A1-6V-2Sn Titanium Alloy	180,000-200,000 psi Tension	.0005 or .0010	750°F or Sub. to Finish	1/16"	HL75 HL86	HL198 HL280	HL952	Same as HL12 except material and heat treat.
HL913	100° Flush MS24694 Tension	6A1-6V-2Sn Titanium Alloy	180,000-200,000 psi Tension	.0005 or .0010	750°F or Sub. to Finish	1/16"	HL75 HL86	HL198 HL280	HL953	Same as HL13 except material and heat treat.

- GENERAL NOTES:**
1. Concentricity: "A" to "D" diameter within .010 FIR.
 2. Dimensions to be met after finish.
 3. Surface texture per ANSI B46.1.
 4. Hole preparation per NAS 818.
 5. Use HL10 for oversize replacement.
 6. Maximum "D" diameter may be increased by .0002 to allow for solid film or aluminum coating application.
 7. Dimensions to be met before finish for "YY" code only.

MATERIAL: 6A-1-4V titanium alloy per Spec. AMS4828 or AMS4967.

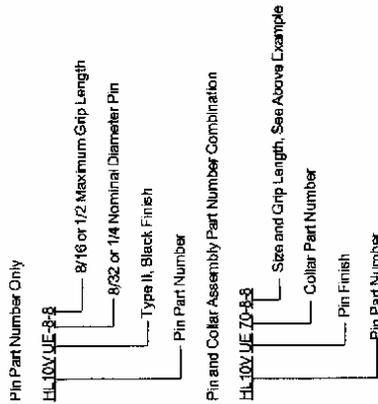
HEAT TREAT: 95,000 psi shear minimum.

FINISH:	HL10V(-)(-)(-)	= Cetyl alcohol lube per Hi-Shear Spec. 305.	HL70, HL79, HL82, HL94K, HL94V, HL97K, HL97V, HL379V, HL379SY
	HL10VAF(-)(-)(-)	= Hi-Kote 1 aluminum coating per Hi-Shear Spec. 294 and cetyl alcohol lube per Hi-Shear Spec. 305.	HL70, HL79, HL82, HL94, HL97
	HL10VAC(-)(-)(-)	= Hi-Kote 1 aluminum coating per Hi-Shear Spec. 294 with color code black on thread end, and cetyl alcohol lube per Hi-Shear Spec. 305.	HL70, HL79, HL82, HL94, HL97
	32 HL10VBL(-)(-)(-)	= I.V.D. aluminum coating per MIL-C-83468, Type II, Class 3, and cetyl alcohol lube per Hi-Shear Spec. 305.	HL70, HL79, HL82, HL94, HL97
	32 HL10VBV(-)(-)(-)	= I.V.D. aluminum coating per MIL-C-83468, Type II, Class 3, with color code blue on thread end.	HL70D, HL79D, HL82D, HL94DU, HL79DU
	HL10VF(-)(-)(-)	= Surface coating per Hi-Shear Spec. 306, Type I, color blue, and cetyl alcohol lube per Hi-Shear Spec. 305.	HL70, HL79, HL82, HL94K, HL94V, HL97K, HL97V, HL379V, HL379SY
	HL10VLA(-)(-)(-)	= Surface coating per Hi-Shear Spec. 306, Type II, and solid film lube per MIL-L-8937.	HL70, HL79, HL82, HL94, HL97
	HL10VLA(-)(-)(-)	= Phosphate fluoride treat and Esna-Lube No. 382 (F-Verulde Corp.).	HL70, HL79, HL82, HL379, HL379V, HL379SY
	HL10VR(-)(-)(-)	= Surface coating per "Hi-Shear Spec. 306, Type II, and solid film lube per "Electrofilm" 4396.	HL70, HL79, HL82, HL94, HL97
	HL10VRA(-)(-)(-)	= Phosphate fluoride treat with color code red on thread end and cetyl alcohol lube per Hi-Shear Spec. 305.	HL70, HL79, HL82, HL94K, HL94V, HL97K, HL97V, HL379V, HL379SY
	HL10VSY(-)(-)(-)	= Phosphate fluoride treat, solid film lube per MIL-L-8937 and color code red on thread end.	HL70, HL79, HL82, HL94, HL97, HL379, HL379V, HL379SY
	HL10VT(-)(-)(-)	= Surface coating per Hi-Shear Spec. 306, Type I, color pink, and cetyl alcohol lube per Hi-Shear Spec. 305.	HL70, HL79, HL82, HL94, HL97
	HL10VTA(-)(-)(-)	= Anodize II-Shield III and Hi-Kote 2 solid film lube per Hi-Shear Spec. 292, plus cetyl alcohol lube per Hi-Shear Spec. 305.	HL70, HL79, HL82, HL94, HL97
	HL10VTB(-)(-)(-)	= Hi-Kote 2 solid film lube per Hi-Shear Spec. 292 and cetyl alcohol lube per Hi-Shear Spec. 305.	HL70, HL79, HL82, HL94, HL97
	HL10VTF(-)(-)(-)	= Hi-Kote 2 solid film lube per Hi-Shear spec. 292.	HL70F, HL94TF
	HL10VTL(-)(-)(-)	= Anodize per Hi-Shear II-Shield III, solid film lube per DAG-238, and cetyl alcohol lube per Hi-Shear spec. 305; or anodize per Tiodize Type II, solid film lube per TLO-LUBE TAL-58, and cetyl alcohol lube per Hi-Shear Spec. 305.	HL70, HL79, HL82, HL94, HL97
	HL10VTT(-)(-)(-)	= Treatslube.	HL70T1
	HL10VUE(-)(-)(-)	= Surface coating per Hi-Shear Spec. 306, Type II, and cetyl alcohol lube per Hi-Shear Spec. 305.	HL70, HL79, HL82, HL94, HL94K, HL94V, HL97, HL97K, HL97V, HL379V, HL379SY
	HL10VV(-)(-)(-)	= Solid film lube per "Lubeco" 2123, Type II.	HL70, HL79, HL82, HL94, HL94K, HL94V, HL97, HL97K, HL97V
	<input checked="" type="checkbox"/> HL10VY(-)(-)(-)	= Surface coating per Hi-Shear Spec. 306, Type I, color blue, and solid film lubricant per MB8 (British Aircraft Corp. Spec. MP-1071).	HL70, HL79, HL82, HL94, HL97, HL379

SPECIFICATION: Hi-Lok Product Specification 342.

CODE: First dash number indicates nominal diameter in 1/32nds. Second dash number indicates maximum grip in 1/16ths. See "Finish" note for explanation of code letters.

HOW TO ORDER EXAMPLES:



Jo-Bolt

Los elementos de fijación denominados Jo-bolt, son elementos estructurales de alta resistencia utilizados cuando el remachado es difícil y solo existe acceso desde un lado. Los Jo-bolt consisten en tres piezas, una tuerca de aleación de aluminio o acero, un tornillo de acero y un casquillo de acero resistente a la corrosión.

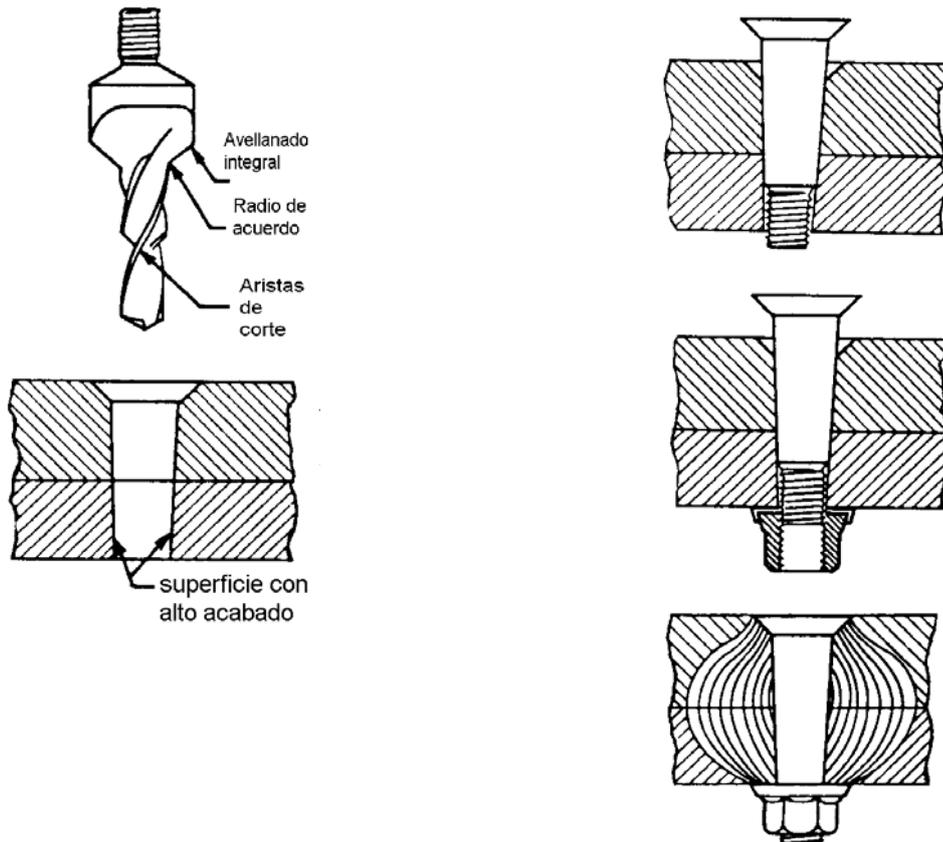
El tornillo es de rosca a izquierdas y se utiliza para tirar del casquillo y deformarlo para retener la tuerca, se rompe al terminar el proceso

Se fabrican con tipos de cabeza similares a otros elementos.



TAPER-LOCK (uniones desmontables)

Los taper-lock son elementos de gran calidad de acabado, para montaje con interferencia y de características autosellantes, y alta resistencia a cortadura. El sistema está constituido por un tornillo cónico y una tuerca que incluye una arandela unida a ella, con giro libre antes del aprieto. En la figura, se incluye la forma final y el sistema de instalación. Como puede observarse, después del aprieto se produce un efecto de precarga en la zona de aplastamiento que tiene un efecto beneficioso sobre la resistencia a la fatiga y por tanto sobre la calidad de la unión.



PERNOS (BOLTS) Y TORNILLOS (SCREWS)

Los pernos y tornillos son elementos de sujeción para uniones desmontables, por tanto se usan siempre que por motivos de fabricación, mantenimiento u otras razones sea necesario realizar operaciones frecuentes de desmontaje y cuando las solicitaciones a que se ven sometidos son superiores a las de los remaches.

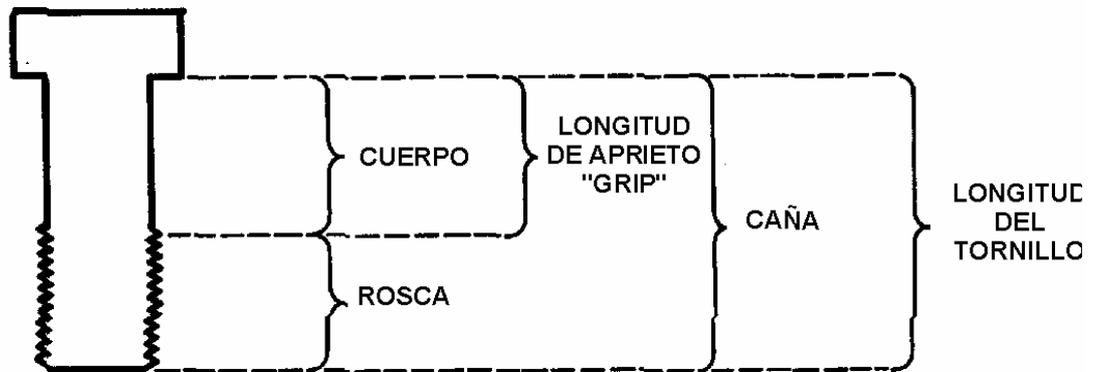
Ejemplos pernos



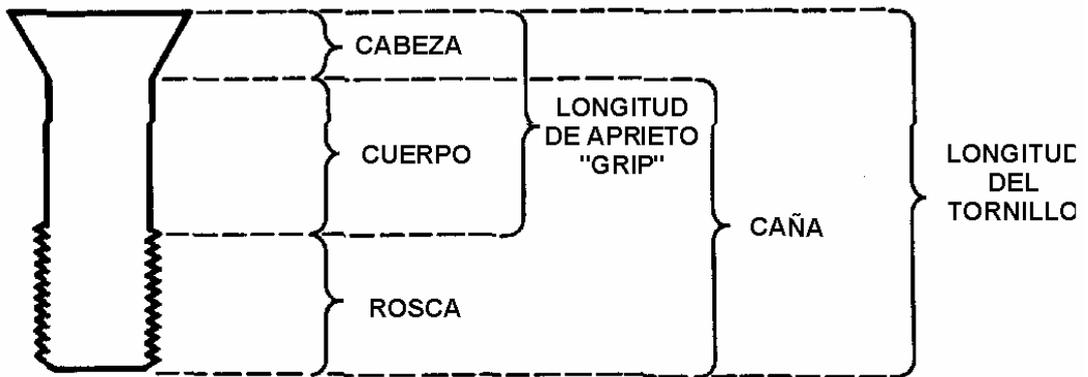
Ejemplos tornillos



Como puede verse en las figuras anteriores, ambos elementos son similares en muchos aspectos incluidas sus funciones, su forma es la de un cilindro o caña con un extremo roscado y en la parte opuesta una cabeza. En la figura se muestran las distintas partes características.



TORNILLOS DE CABEZA NO AVELLANADA



TORNILLOS CABEZA AVELLANADA

Como aspectos diferenciadores se presentan los siguientes:

El perno se monta siempre con una tuerca, el tornillo puede fijarse en un receptáculo con rosca o roscando directamente sobre la última pieza de la unión.

Los pernos son de resistencia superior a las de los tornillos.

El extremo de la rosca en los pernos es siempre romo, en los tornillos puede ser romo o puntiagudo.

En los pernos la longitud de rosca es corta, al contrario de los tornillos.

El conjunto de perno - tuerca se aprieta girando la tuerca sobre el perno y la cabeza puede estar diseñada para que gire o no, el tornillo se aprieta siempre girando la cabeza.

En sustituciones, siempre debe utilizarse un duplicado exacto del original.

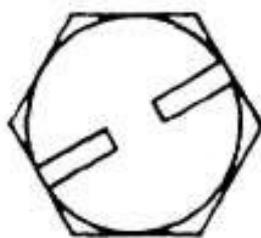
Los pernos y tornillos se fabrican en distintas formas y materiales para conseguir diferentes resistencias. Para distinguir físicamente sus características, se marcan de acuerdo con las normas AN, NAS o MS

MARCADO DE CABEZAS DE TORNILLOS Y PERNOS DE ACUERDO CON NAS 380	
—	El guión significa acero resistente a la corrosión
≡	Dos guiones desplazados (solo es necesaria la visión de uno después del ranurado de la cabeza) significan acero resistente a la corrosión
+	Una cruz significa acero aleado 125000 a 145000 psi
△	Un triángulo significa caña y/o cabeza de precisión (fabricado con tolerancias estrechas)
△ ○	Un triángulo con un círculo hundido en su interior, significa caña y/o cabeza de precisión (fabricado con tolerancias estrechas) en acero aleado 125000-145000 psi
△ X	Un triángulo con una x en su interior, significa caña y/o cabeza de precisión (fabricado con tolerancias estrechas) y alta resistencia 160000-180000 psi
R	La letra R significa rosca laminada después del tratamiento térmico
— —	El guión doble significa aleación de aluminio
=	Esta marca significa que el material es bronce

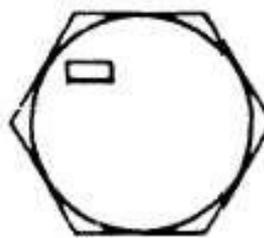
Ejemplos



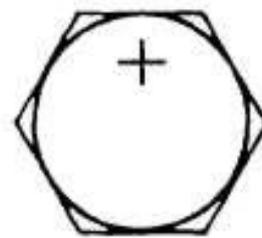
ACERO
CAÑA DE PRECISION
125000- 145000 PSI



ALEACION
ALUMINIO
62000 PSI



ACERO RESISTENTE
ALA CORROSION
125000 PSI



ACERO ALEADO
125000 - 145000 PSI

Nota importante: En tornillos métricos de uso industrial y según normalización ISO se utilizan otros tipos de marcas

Roscas

Las roscas utilizadas en tornillos americanos son:

NC - Rosca nacional americana corriente

NF – Rosca Nacional americana fina

UNC – Rosca americana unificada corriente

UNF – Rosca americana unificada fina

Las clases de ajuste se definen por:

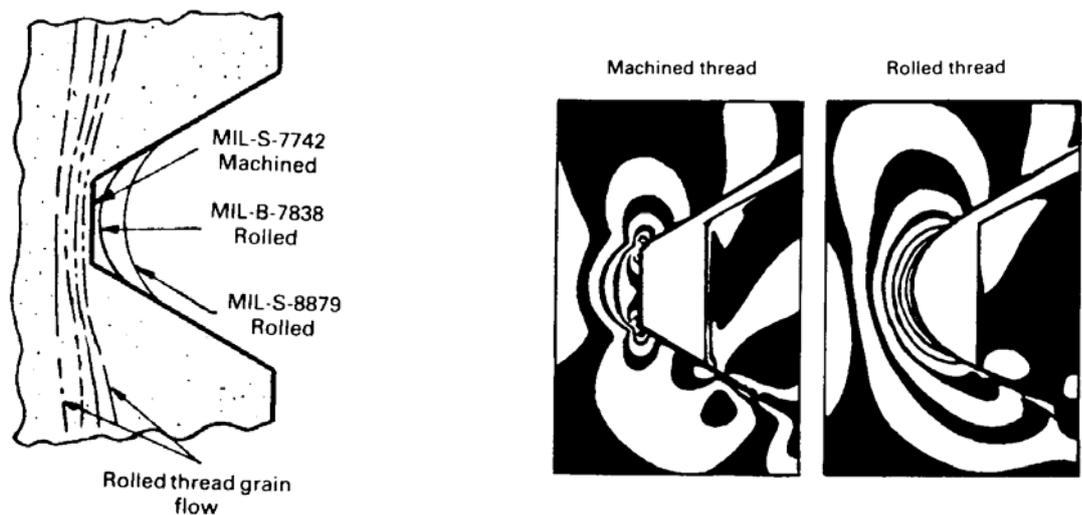
Class 1 – ajuste con juego

Class 2 - ajuste libre (son las de uso mas frecuente en tornillos)

Class 3 – ajuste medio (son las de uso mas frecuente en pernos)

Class 4 – ajuste apretado

Para asegurar una vida satisfactoria de los tornillos utilizados en estructuras primarias de avión, y como consecuencia de los altos esfuerzos y resistencia a la fatiga que han de soportar, es primordial la forma de rosca, el radio de acuerdo en el fondo y la dirección de grano del material. La forma de rosca básica utilizada en aplicaciones aeronáuticas es la de 60° especificada en la norma MIL-S-7742, que no especifica radio de la raíz del hilo. La MIL-H-7838, especifica el radio mínimo de raíz y se lamina después del tratamiento térmico, con lo que se crea un flujo para la dirección del grano que contornea el perfil de la rosca. Mejores características proporciona aún la MIL-S-8879, que especifica para roscas obtenidas por laminación en frío un radio de fondo mas grande evitando la aparición de grietas o inclusiones, que tienen efectos perniciosos en la resistencia a la fatiga. En la figura, se realiza una comparación entre las roscas, también puede observarse la concentración de esfuerzos en la zona del fondo de la rosca. El mismo cuidado se presta al radio de acuerdo entre el vástago y la cabeza del tornillo.



Los tornillos utilizados en aviones se emplean para transferir las, relativamente grandes cargas de cortadura y de tracción de un miembro estructural a otro. En el análisis de una unión realizada con múltiples tornillos se presenta la cuestión de determinar que cantidad de carga es transferida por cada uno de ellos.

Esta distribución es afectada por muchos factores, tales como el juego o aprieto resultante del montaje de cada uno de ellos, aplastamiento, deformación o aplastamiento del agujero, deformación a cortadura del tornillo, tensión o compresión axial del tornillo y de las piezas unidas y otros efectos menores.

En las uniones, el interés primordial está en la resistencia al fallo (basado en el diseño con cargas límites), en general se asume que la distribución de cargas sobre los tornillos es proporcional a la resistencia a la cortadura de los mismos.

Uno de los aspectos importantes a considerar en el empleo de pernos y tornillos es garantizar que por vibraciones u otros motivos no se produzca el aflojado de los mismos, que se producirá siempre que exista un giro del perno o tornillo en el sentido del aflojado con respecto a la tuerca o elemento sobre el que rosca o de éste con respecto a aquel. Evitada esta posibilidad se eliminará el riesgo de aflojado. En apartado posterior se estudiarán los métodos de frenado.

Tipos tornillos y pernos

Normas de empleo habitual

NAS - National Aerospace Standard - Unified

Part Number	Head Style	Material	Plating	Head treat	Specification
NAS333-NAS340	100' Flush	Alloy Steel	Cadmium	160KSI-180KSI	MIL-B-87114
NAS464	Hex	Alloy Steel	Cadmium	160KSI-180KSI	NAS498
NAS517	100' Flush	Alloy Steel	Cadmium	160KSI-180KSI	MIL-S-7839 Except as noted
NAS563-NAS572	Hex	Alloy Steel	Cadmium	160KSI-180KSI	MIL-B~6812
NAS563-NAS572	Hex	A286	Passivate	160KSI-180KSI	MIL-B~6812
NAS624-NAS644	12-Point	Alloy Steel	Fluoborate	180KSI-200KSI	NAS496
NAS624-NAS644	12-Point	Alloy Steel	Cadmium	180KSI-200KSI	NAS496
NAS673-NAS678	Hex	Titanium 6AL-4V	None	160KSI Min	NAS621
NAS1003-NAS1020	Hex	A286	Passivate	140KSI Min	AMS7478
NAS1223-NAS1235	Hex	Alloy Steel	Cadmium	160KSI-180KSI	MIL-B-7898
NAS1223-NAS1235	Hex	A286	None	140KSI Min.	AMS7478
NAS1261 -NAS1265	Hex	Titanium 6AL-4V	None	160KSI Min	NAS621
NAS1 266-NAS1 270	Hex	Titanium 6AL-4V	None	160KSI Min.	NAS621
NAS1297	Hex	Alloy Steel	Cadmium	125KSI-145KSI	MIL-B-6812
NAS1 303-NAS1 320	Hex	Alloy Steel	Cadmium	160KSI-180KSI	MIL~B-7838
NAS2803-NAS2810	100' Flush	Alloy Steel	Cadmium	180KSI-200KSI	MIL-B-87114 Except as noted
NAS2903-NAS2920	Hex	Alloy Steel	Cadmium	160KSI-180KSI	MIL-B-7838 Except as note
NAS3003-NAS3020	Hex	Alloy Steel	Cadmium	160KSI-180KSI	MIL-B-7838
NAS6203-NAS6220	Hex	Alloy Steel	Cadmium	160KSI-180KSI	NAS4002
NAS6203-NAS6220	Hex	Alloy Steel	Chromium	160KSI-180KSI	NAS4002
NAS6303-NAS6320	Hex	A286	Passivate	160KSI-180KSI	NAS4003
NAS6303-NAS6320	Hex	A286	Cadmium	160KSI-180KSI	NAS4003
NAS6303-NAS6320	Hex	A286	Chromium	160KSI-180KSI	NAS4003
NAS6403-NAS6420	Hex	Titanium	None	160KSI-180KSI	NAS4004
NAS6403-NAS6420	Hex	Titanium	Cadmium	160KSI-180KSI	NAS4004
NAS6403-NAS6420	Hex	Titanium	Aluminum Coating	160KSI-180KSI	NAS4004
NAS6603-NAS6620	Hex	Alloy Steel	Cadmium	160KSI-180KSI	NAS4002
NAS6703-NAS6720	Hex	A286	Passivate	160KSI Min.	NAS4003
NAS6703-NAS6720	Hex	A286	Cadmium	160KSI Min.	NAS4003
NAS6703-NAS6720	Hex	A286	Chromium	160KSI Min.	NAS4003
NAS6803-NAS6820	Hex	Titanium	None	160KSI-180KSI	NAS4004 Except as noted
NAS6803-NAS6820	Hex	Titanium	Cadmium	160KSI-180KSI	NAS4004 Except as noted
NAS6803-NAS6820	Hex	Titanium	Aluminum Coating	160KSI-180KSI	NAS4004 Except as noted

Military Standards

AN - Air Force/Navy Aeronautical Standards

Part Number	Head Style	Material	Plating	Head treat	Specification
AN3-AN20	Hex	Alloy Steel	Cadmium	HRC26-32	MIL-B-6812
AN3-AN20	Hex	Corrosion Resistant Steel	Passivate	115 KSI Min.	MIL-B-6812
AN3-AN20	Hex	Aluminum Alloy	Anodize	62 KSI Min.	MIL-B-6812
An173-AN186	Hex	Alloy Steel	Cadmium	HRC26-32	MIL-B-6812
An173-AN186	Hex	Corrosion Resistant Steel	Passivate	115 KSI Min.	MIL-B-6812
An173-AN186	Hex	Aluminum Alloy	Anodize	62 KSI Min.	MIL-B-6812
MS9060-MS9066	12-Point	A286	Clean	130 KSI Min.	AMS7478
MS9088-MS9094	12-Point	Alloy Steel	Cadmium	HRC26-32	AMS7452
MS9146-MS91 52	12-Point	Alloy Steel	Cadmium	HRC26-32	AMS7452
MS91 57-MS9163	12-Point	Alloy Steel	Black Oxide	HRC26-32	AMS7452
M59169-MS9175	12~Point	Alloy Steel	Black Oxide	HRC26-32	AMS7452
MS91 83-MS9186	12-Point	Alloy Steel	Cadmium	HRC26-32	AMS7452
MS9187-MS9188	12-Point	A286	Clean	130 KSI Min.	AMS7478
MS91 89-MS91 90	12-Point	Alloy Steel	Black Oxide	HRC26-32	AMS7452
MS9191 -MS9192	12-Point	Alloy Steel	Black Oxide	HRC26-32	AMS7452
MS9554-MS9562	12-Point	A286	Clean	130 KSI Min.	AMS7477
MS9573-MS9571	12-Point	A286	Clean	130 KSI Min.	AMS7477
MS9572-MS9580	12-Point	A286	Silver	130 KSI Min.	AMS7477
MS9680-MS9683	12-Point	Alloy Steel	Cadmium	HRC26-32	AMS7452
MS9694-MS9702	12-Point	Waspaloy	Clean	175 KSI Min.	AMS7471
MS9703-MS9711	12-Point	Waspaloy	Clean	175 KSI Min.	AMS7471
MS9712-MS9720	12-Point	Waspaloy	Silver	175 KSI Min.	AMS7471
MS9730-MS9738	12-Point	17-4PH	Passivate Clean	140 KSI Min.	AMS7474
MS9739-MS9747	12-Point	17-4PH	Passivate Clean	140 KSI Min.	AMS7474
MS9748-MS9756	12-Point	Titanium	None	160 KSI Min	AMS7461
MS9883-MS9891	12-Point	Green Ascaloy	Clean	140 KSI Min.	AMS7470
MS9892-MS9900	12-Point	Green Ascaloy	Clean	140 KSI Min.	AMS7470
MS21250	12-Point	Alloy Steel	Cadmium	180 KSI-200 KSI	MIL-B-8831
MS21277-MS21285	12-Point	A286	Passivate	130 KSI Min.	AMS7478
MS21286-MS21294	12-Point	A286	Passivate	130 KSI Min	AMS7478
MS21296	Spline Drive	H 11 Steel	Vacuum Cadmium	260 KSI Min	MIL-B-8907
MS21297	Spline Drive	H 11 Steel	Vacuum Cadmium	260 KSI Min	MIL-B-8906

NA - National Aerospace Standard* - Metric

Part Number	Head Style	Material	Plating	Head treat	Specification
NA0035	Pan	Alloy Steel	Cadmium	1100 MPa Min.	NA0008
NA0036	Hex	Alloy Steel	Cadmium	1100 MPa Min.	NA0008
NA0037	Hex	Titanium	None	1100 MPa Min.	NA0007
NA0038	100' Flush	Alloy Steel	Cadmium	660 MPa Min. Shear	NA0008
NA0039	100' Flush	Titanium	None	660 MPa Min. Shear	NA0007
NA0042	100' Flush	A286	Passivate	660 MPa Min. Shear	NA0026
NA0045	Hex	A286	Passivate	1100 MPa Min.	NA0026
NA0046	Pan	A286	Passivate	1100 MPa Min.	NA0026
NA0047	Pan	Titanium	None	1100 MPa Min.	NA0007
NA0058	Spline Drive	Alloy Steel	Cadmium	1250 MPa Min.	NA0057
NA0059	Spline Drive	A286	Passivate	1250 MPa Min.	NA0026 Except as noted
NA0060	100' Flush	Alloy Steel	Cadmium	750 MPa Min. Shear	NA0057
NA0062	Spline Drive	Alloy Steel	Vacuum Cadmium	1550 MPa Min.	NA0071
NA0063	Spline Drive	Alloy Steel	Vacuum Cadmium	1800 MPa Min.,	NA0072
NA0067	Hex	A286	Passivate	1100 MPa Min.	NA0026 Except as noted
NA0068	Pan	A286	Passivate	1100 MPa Min.	NA0026 Except as noted
NA0069	Socket Head	A286	Passivate	1100 MPa Min.	NA0026 Except as noted

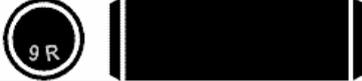
*Generally, MA standards are intended to apply to commercial as well as military applications. Currently they are only found in military programs.

MA - SAE Standard* Metric

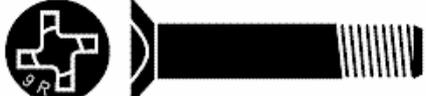
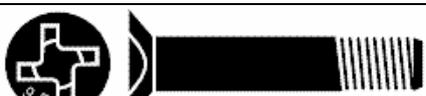
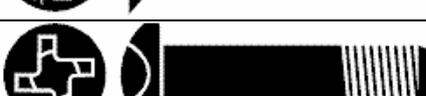
Part Number	Head Style	Material	Plating	Head treat	Specification
MA3286	Hex	A286	Passivate	26-35HRC	MA3374
MA3287	Spline Drive	A286	Passivate	26-35HRC	MA3374
MA3304	Hex	Alloy Steel	Cadmium	26-32HRC	MA3376
MA3338	Hex	INCO718	Passivate	40-46HRC	MA3377
MA3339	Spline Drive	Alloy Steel	Cadmium	26-32HRC	MA3376
MA3340	Spline Drive	INCO718	Passivate	40-46HRC	MA3377
MA3341	Spline Drive	A286	Passivate	26-35HRC	MA3374
MA3342	Spline Drive	A286	Passivate	26-35HRC	MA3374
MA3343	Spline Drive	INCO718	Passivate	40~46HRC	MA3377
MA3347	Hex	A286	Passivate	26-35HRC	MA3374
MA3365	Hex	A286	Passivate	26-35HRC	MA3374
MA3366	Spline Drive	INCO718	Passivate	40-46HRC	MA3377
MA3367	Spline Drive	Alloy Steel	Cadmium	26-32HRC	MA3376
MA3368	Spline Drive	INCO718	Passivate	40-46HRC	MA3377
MA3369	Hex	INCO718	Passivate	40-46HRC	MA3377
MA3398	Hex	A286	Passivate	26-35HRC	MA3374
MA3446	Tee Head Chamfered	Waspaloy	Clean	34-44HRC	MA3378
MA3447	Spline Drive	INCO718	Passivate	40-46HRC	MA3377

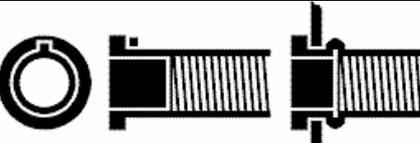
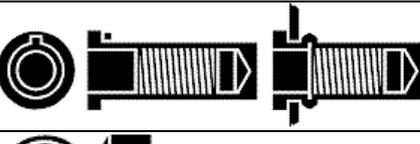
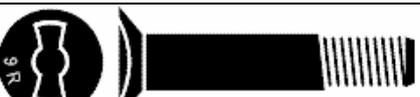
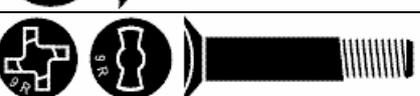
*Generally, MA standards are intended to apply to commercial as well as military applications. Currently they are only found in military programs.

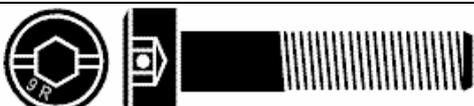
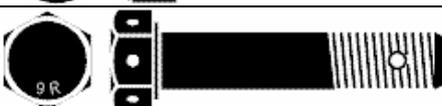
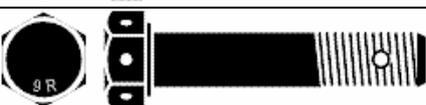
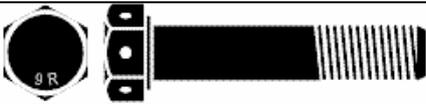
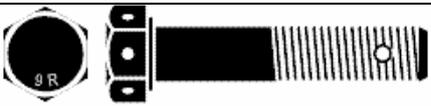
ELEMENTOS FIJACIÓN NORMAS AN (AIR FORCE / NAVY AERONAUTICAL STANDARD)

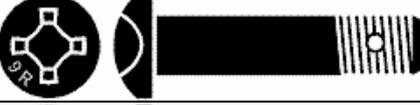
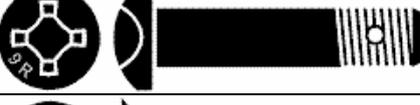
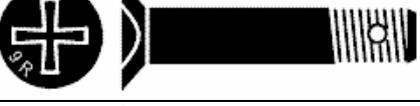
	AN 121601 - 121925
	AN 122676 - 775
	AN 125951 - 130704
	AN 150201 - 150400
	AN 150501 - 170900
	AN 173 - 186
	AN 21 - 37
	AN 42 - 49
	AN 490
	AN 560
	AN 565
	
	
	
	
	
	
	
	

ELEMENTOS FIJACIÓN NORMAS NAS (NACIONAL AEROSPACE STANDARD)

	NAS 1003 - 1020
	NAS 1083 - 10088
	NAS 1121- 1128
	NAS 1141- 1148
	NAS 1161- 1168
	NAS 1171- 1178
	NAS 1189 - 1181
	NAS 1216- 1218
	NAS 1219 - 1221
	NAS 11243 - 1250
	NAS 1253 - 1260
	NAS 1261 - 1265
	NAS 1271 - 1280
	NAS 1297

	NAS 1298
	NAS 1299
	NAS 1329
	NAS 1330
	NAS 1351 - 1582
	NAS 144 - 158
	NAS 1503 - 1510
	NAS 1580 - 1582
	NAS 1603 - 1610
	NAS 1620 - 1628
	NAS 1703 - 1710
	NAS 172 - 176
	NAS 1734
	NAS 1735
	NAS 1806 - 1816

	NAS 183 - 184
	NAS 333 - 340
	NAS 443
	NAS 464
	NAS 583 - 590
	NAS 607
	NAS 808 - 609
	NAS 6203 - 6220
	NAS 624 - 644
	NAS 6303 - 6320
	NAS 6403 - 6420
	NAS 653 - 658
	NAS 663 - 668
	NAS 6703 - 6720
	NAA 673 - 678
	NAS 6803 - 6820

	NAS 7203 - 7210
	NAS 7303 - 7316
	NAS 7400 - 7416
	NAS 7500 - 7516
	NAS 7800 - 7806
	NAS 7900 - 7906
	NAS 8602 - 8616
	NAS 8702 - 8716
	NAS 8802 - 8816

TUERCAS

Como se comento en la descripción de los pernos, estos se utilizan siempre junto a las tuercas mientras que los tornillos generalmente roscan directamente en la última pieza de la unión sin perjuicio de que puedan utilizarse en algún caso con ellas.

Existen multitud de tipos de tuercas de las que algunas se ilustran en la figura.



Como materiales se emplean el acero al carbono con protección de cadmio, acero inoxidable, aleación de aluminio 2024 anodizada, latón y titanio.

Entre el tornillo y la tuerca siempre existe un pequeño juego para absorber ese juego y que todos los hilos trabajen por igual, el material de las tuercas es mas dúctil que el de los tornillos de la misma clase de manera que cuando se aprietan los hilos de rosca de la tuerca se deformarán hasta asentar con los del tornillo. En consecuencia es importante seleccionar las tuercas correctamente para que su acoplamiento con los tornillos proporcione la adecuada resistencia a la tracción.

Por la importancia que tiene el evitar que las tuercas se puedan aflojar involuntariamente, una primera clasificación de las tuercas es distinguir entre las que *se pueden girar* con llaves o a mano y las *ancladas o remachadas*. Otra clasificación es diferenciar entre las *no auto frenables* de las *auto frenables*.

Tuercas que se pueden girar

Son de este tipo las mostradas en la figura siguiente:

La almenada AN 310 se utiliza con los pernos hexagonales AN con agujero en el extremo roscado, pernos de articulación, pernos de ojo, pernos con cabeza taladrada y espárragos para soportar grandes esfuerzos de tracción. Las ranuras realizadas en la parte superior de la tuerca son para alojar el pasador de aletas o alambre de frenar que atravesando el tornillo por el agujero de su extremo impide el giro relativo entre el perno y la tuerca, como todas las tuercas almenadas la necesidad de alinear para el frenado una de las ranuras con el agujero del tornillo hace que no se pueda precisar el par de aprieto.

La AN 320 es similar a la anterior pero mas baja y con ranuras menos profundas, se usan en Combinación con pernos que solo están sometidos a esfuerzos de cortadura

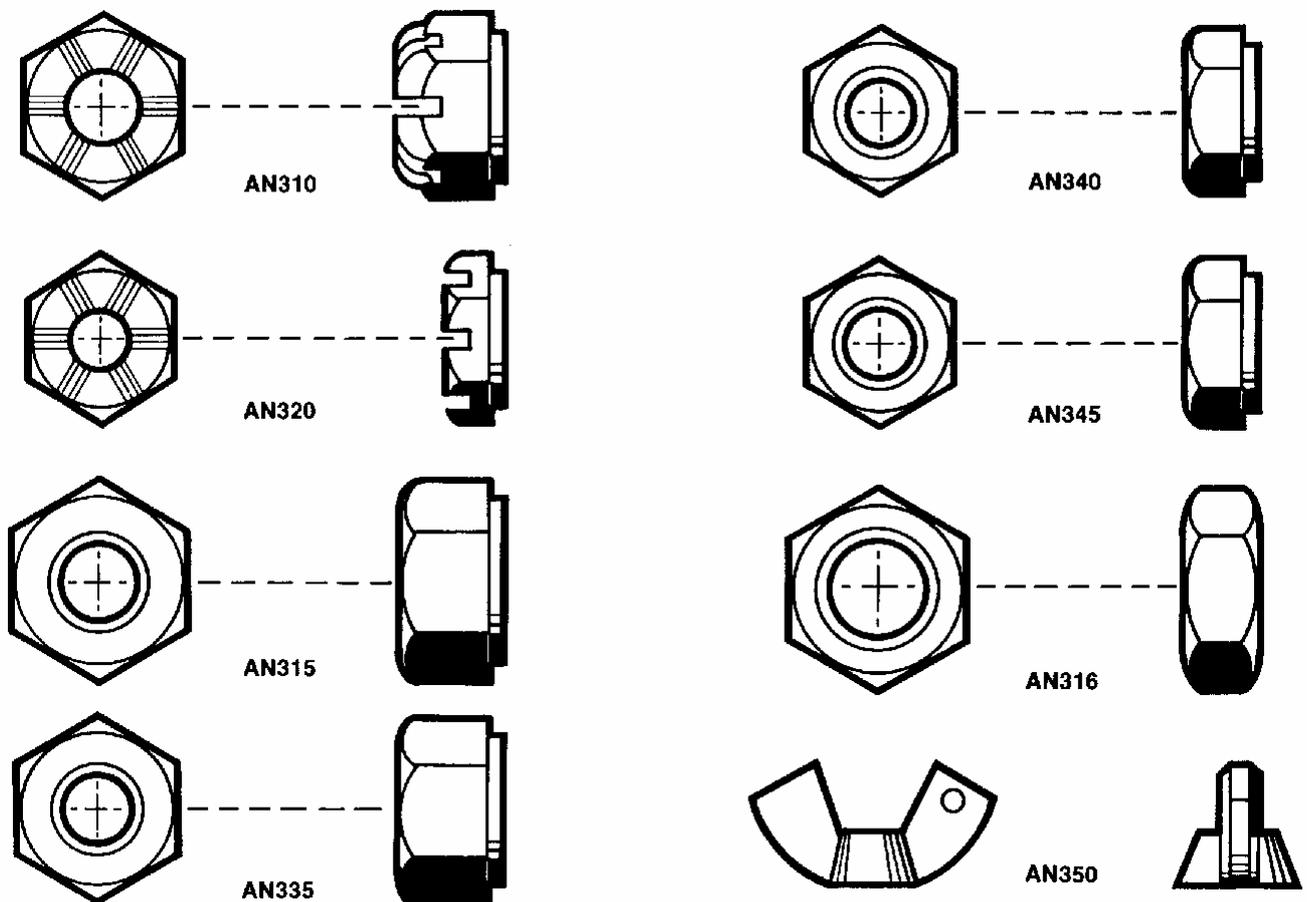
Las tuercas hexagonales planas AN 315 y AN 335 con roscas finas y corriente respectivamente son utilizadas para soportar grandes esfuerzos de tracción, como elementos de frenos necesitan arandelas deformables u otros sistemas.

Las tuercas hexagonales aligeradas AN340 y AN 345 (roscas fina y corriente respectivamente) son similares a las anteriores pero mas bajas, se utilizan para esfuerzos de tracción pequeños y requieren sistemas de frenado complementarios.

La tuerca hexagonal plana AN 316, se utiliza como contratuerca y para el frenado de terminales de rotula y otros sistemas.

Todas estas tuercas son para aprieto con llave.

La tuerca de mariposa AN 350, se utiliza para el apretado a mano cuando el montaje y desmontaje es frecuente



En la figura siguiente se muestran otros tipos de tuercas de giro, entre ellas destacan: tuerca exagonal aligerada, válida para montar sobre tornillos sometidos solo a esfuerzos de cortadura. Tuerca biexagonal, concebida para espacios restringidos donde la entrada y giro de la herramienta de apriete es muy limitada, en general son de alta resistencia y se fabrican en distintas alturas. tuercas de dientes de sección cuadrada.

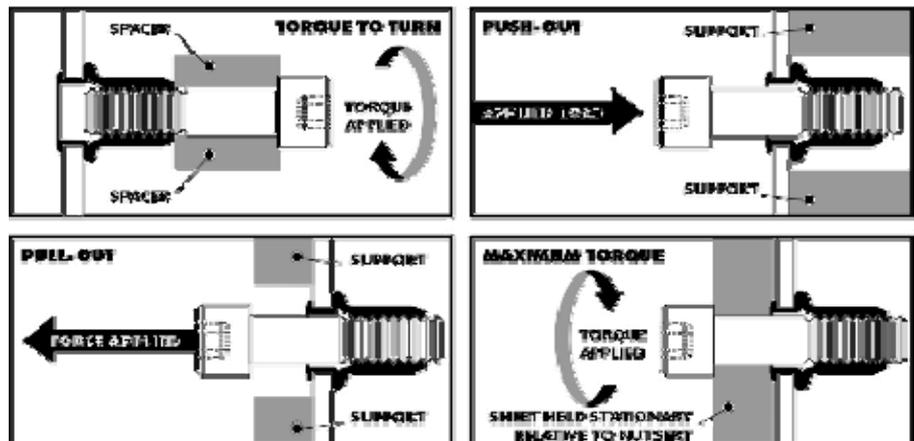
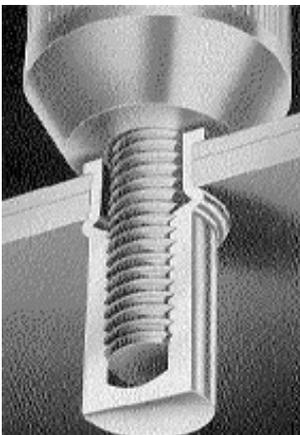
LH3324, LH3858		REDUCED DIMENSION HEX, LIGHTWEIGHT 2-56 thru 3/4-18 to 450° F., to 900° F. MS21042, MS21043, NAS1291	ZEB1845		12 POINT, HIGH TENSILE (180,000 PSI) 1/4-28 thru 1-12 to 450° F.
LH3849		REDUCED HEX, CLOSE CLEARANCE, HIGH TENSILE (180,000 PSI) 10-32 thru 3/4-24 to 450° F.	LHEB220		12 POINT, HIGH TENSILE (220,000 PSI) 1/4-28 thru 1-12 to 450° F.
LH7644		REGULAR HEX, THIN, STRUCTURAL SHEAR 1/2-20 thru 1 1/4-12 to 450° F. NAS1022, MS21245	LH3393		12 POINT, HIGH TENSILE (220,000 PSI) 1/4-28 thru 1/2-20 to 450° F.
1801, SM1813		REGULAR HEX 4-40 thru 3/4-16 to 550° and 450° F. MS20365, MS21045, NAS1021, AN363	LH6422T		12 POINT, HIGH TENSILE, HIGH FATIGUE (220,000 PSI) 10-32 thru 1 1/2-12 to 450° F. Double/Durability Design
1802		REGULAR HEX 8-32 thru 1/2-20 to 1200° F. MS20500	LH6426T		12 POINT, HIGH TENSILE, HIGH FATIGUE (260,000 PSI) 10-32 thru 1-12 to 450° F. Double/Durability Design
1803		REGULAR HEX 4-40 thru 3/4-18 to 800° F. MS21046, NAS1021, AN363	LH6520		12 POINT, LIGHTWEIGHT, SHEAR (FOR 220,000 PSI SHEAR BOLTS) 3/8-24 thru 3/4-18 to 450° F.
LH1801 LH1803 SMLH1813		REGULAR HEX, LIGHT 10-32 thru 3/8-20 to 800° F. MS20365, MS21046, AN363, MS21045, NAS1021	LH6521		12 POINT, LIGHTWEIGHT, SHEAR (FOR 260,000 PSI SHEAR BOLTS) 1/4-28 thru 3/4-18 to 450° F.
NE2935 2935		REGULAR HEX, SELF-ALIGNING and Mating Base 3/4-24 thru 3/4-16 to 250° F.	LH8099		REDUCED DOUBLE HEX, CAPTIVE WASHER, HIGH TENSILE 10-32 to 3/4-24 to 450° F. MS90415
LH2935 2935		REGULAR HEX, SELF-ALIGNING and Mating Base 10-32 thru 3/8-24 to 450° F.	LH10718 LH10722 LH10726 LH11860 LH11995		SPLINE DRIVE (180, 220, 260 KSI) 10-32 to 1 1/2-12 to 450° F. MS21084,5 MS21133 Page MS14156, MS14164
LH4367 4367		REDUCED HEX, SELF-ALIGNING LIGHTWEIGHT (160,000 PSI) and Mating Base 8-32 thru 1/2-20 to 450° F.	LH11922 LH11926		SPLINE DRIVE (SHEAR TYPE) 10-32 to 1 1/2-12 to 450° F. MS985/2
EB		12 POINT, HIGH TENSILE (180,000 PSI) 1/4-28 to 1 1/2-12 to 250° F.			

Tuercas ancladas o remachadas.

Frecuentemente es necesario fijar una pieza sobre otra delgada con tornillos para conseguir una unión desmontable, naturalmente esto implica la realización sobre esta última de un agujero roscado. Si el espesor de esta pieza es pequeño, el número de hilos de rosca que cabrán en ella será muy reducido, y por tanto la longitud de acoplamiento tornillo - agujero resultando una unión muy débil (en aplicaciones no aeronáuticas y cuando no existen vibraciones se suelen utilizar tornillos rosca de chapa). En estos casos se utilizan las denominadas tuercas ancladas o remachadas, que consisten en elementos roscados sujetos por algún medio a la pieza delgada.

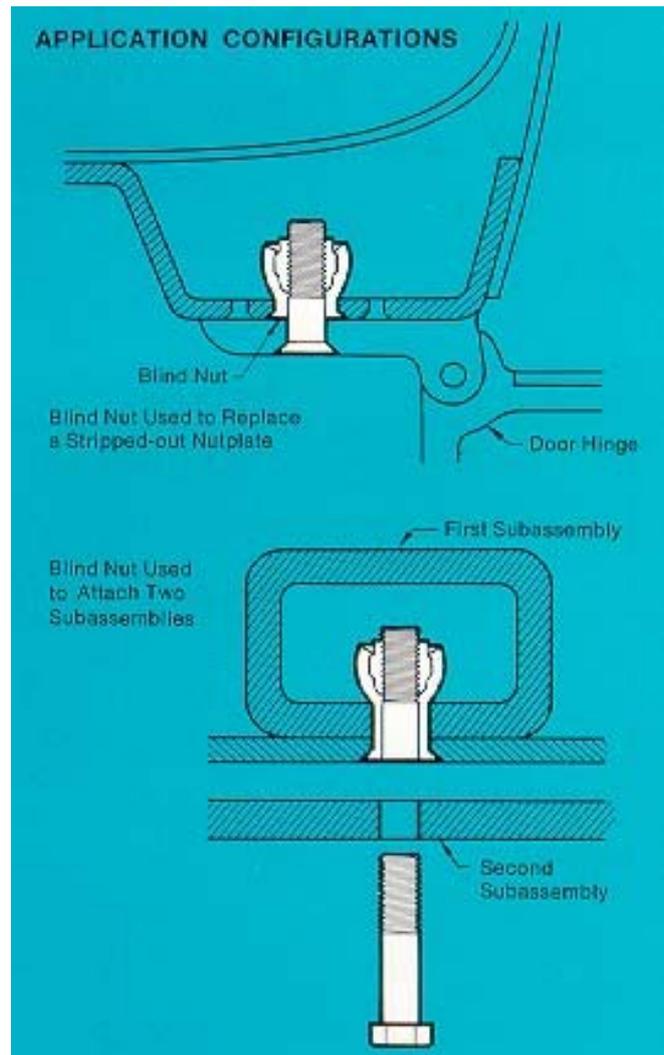
La distinción entre ancladas y remachadas es que las primeras se sujetan por una deformación de las mismas o del soporte de la tuerca y las segundas se unen al soporte mediante remaches

Ejemplo de tuerca anclada en una sola pieza



Este tipo de tuercas en una o dos piezas son especialmente útil cuando no existe acceso a los dos lados de la pieza soporte

Ejemplo de tuerca anclada Hi Shear en dos piezas instalación y aplicación.



Tuercas remachadas

En este tipo de tuercas concebidas para aplicaciones similares a las anteriores pero mas seguras y versátiles en cuanto a su utilización, se pueden distinguir dos tipos las integrales y las enjauladas. Las primeras consisten en un solo cuerpo, en el que se distingue entre una base delgada provista de dos agujeros para sujeción de la tuerca a la chapa con dos remaches y el cuerpo soporte de la rosca. La rosca puede atravesar totalmente el cuerpo o no. Estas últimas son especialmente aptas para situaciones en que se requiere mantener estanqueidad.

<p>NA1</p>		<p>ANCHOR, TWO LUG 4-40 thru 5/8-18 to 250° F. MS21078, NAS1023, AN366</p>
<p>NA1K3 NA5K3 NA17K3</p>		<p>ANCHOR, HIGH METAL CAP (Nylon Insert) 6-32 thru 1/4-28 to 250° F.</p>
<p>NKA1, NKA5, NKA17</p>		<p>ANCHOR, NYLON CAP 6-32 thru 3/8-24 to 250° F.</p>
<p>LHTA1M, LHTA1M2860</p>		<p>MINIATURE ANCHOR, TWO LUG 4-40 and 6-32 to 450° F., to 900° F. NAS697, MS21069, MS2107</p>
<p>LHTA51M, LHTA51M2860</p>		<p>MINIATURE ANCHOR, TWO LUG, COUNTERBORED 4-40 thru 5/16-24 to 450° F., to 900° F. MS21069, MS21070, NAS697</p>
<p>LHTA51, LHTA51-2860</p>		<p>ANCHOR, TWO LUG, COUNTERBORED LOW HEIGHT 4-40 thru 3/8-24 to 450° F., to 900° F. MS21047, MS21048, NAS680, AN362, AN366</p>
<p>LHTA58, LHTA58-2860</p>		<p>ANCHOR, TWO LUG, 100° COUNTERSUNK, LOW HEIGHT 8-32 thru 1/4-28 to 450° to 900° F. NAS681, NAS1024, MS21049, MS21050</p>
<p>NA401</p>		<p>ANCHOR, TWO LUG, FLOATING, NARROW 6-32 thru 1/2-20 to 250° F. NAS1031, MS21077</p>
<p>NAJ401, NAJ2674</p>		<p>ANCHOR, TWO LUG, FLOATING, NARROW, HIGH STRENGTH ALUMINUM (Dyed Blue) 6-32 thru 1/4-28 to 250° F. NAS1031</p>
<p>NA21</p>		<p>ANCHOR, TWO LUG, FLOATING 6-32 thru 3/8-20 to 250° F.</p>
<p>LHTA521M, LHTA3300</p>		<p>MINIATURE ANCHOR, TWO LUG, FLOATING COUNTERBORED 4-40 thru 1/4-28 to 450° F., to 900° F. MS21075, MS21076, NAS1068</p>

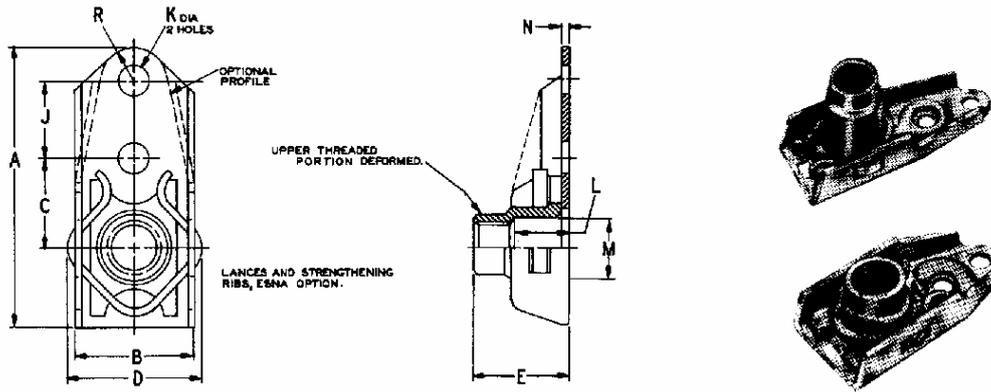
LHTA531M, LHTA3452 	MINIATURE ANCHOR, TWO LUG FLOATING, REDUCED RIVET SPACING 4-40 & 6-32 to 450° F., to 900° F. NAS1068, MS21075, MS21076	NA5 	ANCHOR, CORNER 6-32 thru 5/16-18 to 250° F. NAS1027, MS21081
LHTA521 LHTA521-2860 	ANCHOR, TWO LUG, FLOATING, COUNTERBORED NARROW 4-40 thru 5/16-24 to 450° F., to 900° F. MS21059, MS21060, NAS686, NAS1031	LHTA5M 	MINIATURE ANCHOR, CORNER 4-40 and 6-32 to 450° F. NAS698, MS21073, MS21074
F9421 F19421 	ANCHOR, FLOATING, TWO LUG, COUNTERBORED REPLACEABLE NUT 10-32 to 5/16-24 to 450° F	LHTA55M, LHTA55M2860 	MINIATURE ANCHOR, CORNER, COUNTERBORED 4-40 thru 5/16-24 to 450° F., to 900° F. MS21073, MS21074, NAS698
F18421L 	ANCHOR, FLOATING, TWO LUG, COUNTERBORED REPLACEABLE NUT High Performance 10-32 to 5/16-24 to 450° F	LHTA575M LHTA575M2860 	MINIATURE ANCHOR, CORNER, COUNTERBORED 8-32 thru 5/16-24 to 450° F., to 900° F. NAS1067, MS21086, MS21087
LHA3006M 	MINIATURE ANCHOR, TWO LUG, FLOATING, DEEP COUNTERBORE 10-32 thru 5/16-24 to 450° F.	LHTA55 LHTA55-2860 	ANCHOR, CORNER, COUNTERBORED 6-32 thru 5/16-24 to 450° F., to 900° F. MS21055, MS21056, NAS684, NAS1027
LHA3006 	ANCHOR, TWO LUG, FLOATING DEEP COUNTERBORE, NARROW 10-32 thru 5/16-24 to 450° F. NAS1870	LHTA35 	ANCHOR, CORNER, 100° COUNTERSUNK, LOW HEIGHT 10-32 to 450° F. MS21057, NAS685, NAS1028
LHA3022 	ANCHOR, TWO LUG, SELF-ALIGNING 10-32 thru 5/16-24 to 450° F.	LHA3575 	MINIATURE ANCHOR, FLOATING CORNER, COUNTERBORED 10-32 to 450° F.
A6293 	ANCHOR, FLOATING, SPRING LOADED 10-32 and 1/4-28 to 450° F	LHTA525 	ANCHOR, CORNER, FLOATING, COUNTERBORED 10-32 thru 1/4-28 to 450° F.
A2502 	ANCHOR, TWO LUG, FLOATING, BASE SEAL, STEEL SHELL 8-32 thru 5/16-24 to 250° F., to 450° F. NAS1473	NA17A 	ANCHOR, ONE LUG 6-32 thru 5/16-24 to 250° F. NAS1025, MS21080
A2506, A4506 	MINIATURE ANCHOR, TWO LUG, FLOATING, BASE SEAL 4-40 thru 1/4-28 to 250° F., to 450° F. NAS1474	LHTA17M 	MINIATURE ANCHOR, ONE LUG, LIGHTWEIGHT 4-40 and 6-32 to 450° F. NAS696, MS21071, MS21072
		LHTA57M, LHTA57M2860 	MINIATURE ANCHOR, ONE LUG, COUNTERBORED 4-40 thru 5/16-24 to 450° F., to 900° F. MS21071, MS21072, NAS696

<p>LHTA57, LHTA57-2860</p> 	<p>ANCHOR, ONE LUG, LOW HEIGHT, COUNTERBORED 6-32 thru 3/8-24 to 450° F., to 900° F. MS21051, MS21052, NAS682</p>
<p>LHTA54, LHTA54-2860</p> 	<p>ANCHOR, ONE LUG, 100° COUNTERSUNK, LIGHTWEIGHT 10-32 450° F., to 900° F. MS21053, MS21054, NAS683</p>
<p>LHTA517, LHTA517-2860</p> 	<p>ANCHOR, ONE LUG, FLOATING, NARROW, COUNTERBORED 6-32 thru 3/8-24 to 450° F., to 900° F. MS21061, MS21062, NAS687, NAS1032</p>
<p>LHA3207</p> 	<p>ANCHOR, ONE LUG, FLOATING, DEEP COUNTERBORE, NARROW 10-32 thru 3/8-24 to 450° F.</p>
<p>F9427</p> 	<p>ANCHOR, FLOATING, ONE LUG, COUNTERBORED REPLACEABLE NUT 10-32 to 3/8-24 to 450° F.</p>
<p>F19427</p> 	<p>ANCHOR, FLOATING, ONE LUG, DEEP COUNTERBORED REPLACEABLE NUT 10-32 to 3/8-24 to 450° F.</p>
<p>F18427L</p> 	<p>ANCHOR, FLOATING, ONE LUG, COUNTERBORED High Performance REPLACEABLE NUT 10-32 to 3/8-24 to 450° F.</p>
<p>TA2507</p> 	<p>ANCHOR, ONE LUG, FLOATING BASE SEAL, ALUMINUM SHELL 10-32 thru 3/8-24 to 250° F.</p>
<p>LHA4972</p> 	<p>ANCHOR, FLOATING, CLIP-ON 6-32 thru 12-24 to 450° F.</p>
<p>NA7</p> 	<p>ANCHOR, RIGHT ANGLE BRACKET 6-32 thru 10-32 to 250° F.</p>
<p>LHA71</p> 	<p>ANCHOR, RIGHT ANGLE, CLAMP SUPPORT 10-32 to 450° F.</p>

<p>A27M</p> 	<p>MINIATURE, ANCHOR, RIGHT ANGLE, FLOATING 4-40 to 250° F.</p>
<p>NA27</p> 	<p>ANCHOR, RIGHT ANGLE, FLOATING 6-32 thru 3/16-24 to 250° F. NAS1033</p>
<p>LHA27M, LHA27M2860</p> 	<p>MINIATURE, ANCHOR, RIGHT ANGLE, FLOATING 4-40 and 6-32 450° F. to 900° F.</p>
<p>LHA227, LHA228</p> 	<p>REDUCED, ANCHOR, RIGHT ANGLE, FLOATING 4-40 and 6-32 450° F. to 900° F.</p>

Tuercas flotantes

El empleo de las tuercas anteriores implica la realización de los agujeros de paso con bastante precisión para garantizar la coincidencia de los mismos sobre las dos piezas, si además las piezas no son muy rígidas y por tanto deformables, esta coincidencia es tanto mas difícil. Para paliar esta situación se utilizan tuercas constituidas por una placa soporte que actúa de jaula de la tuerca propiamente dicha de tal forma que esta mantiene un cierto grado de libertad y por tanto haciendo los agujeros sobre las chapas mas grandes que el tornillo se pueden absorber los errores de posición de los mismos o las deformaciones.



ESNA PART NUMBER	THREAD	A MAX	B MAX	C ±.005	D REF	E MAX	J ±.002	K +.005 -.000	L MIN	M MIN	N REF	R MIN	MAX WEIGHT LB/100	REPLACEMENT COMPONENTS		PUSH OUT LB. MIN.	TWIST OUT IN. LB. MIN.
														NUT	CLIP		
F9427-3	.1900-32UNJF-3B	1.051	.439	.344	.474	.250	.312	.098	.070	.194	.032	.100	.688	G9421-3	9421B-0	125	90
F19427-2-3						.285			.125				.750	G19421-2-3			
F19427-3-3						.348			.188				.800	G19421-3-3			
F19427-4-3 ▲						.410			.250				.848	G19421-4-3			
F19427-5-3 ▲						.473			.313				.897	G19421-5-3			
F19427-6-3 ▲						.535			.375				.945	G19421-6-3			
F9427-4	.2500-28UNJF-3B	1.306	.539	.500	.574	.298	.312	.098	.070	.254	.032	.100	1.212	G9421-4	9421B-04	150	160
F19427-2-4						.342			.125				1.305	G19421-2-4			
F19427-3-4						.405			.188				1.387	G19421-3-4			
F19427-4-4 ▲						.467			.250				1.467	G19421-4-4			
F19427-5-4 ▲						.530			.313				1.558	G19421-5-4			
F19427-6-4 ▲						.592			.375				1.656	G19421-6-4			
F9427-5	.3125-24UNJF-3B	1.396	.645	.500	.710	.344	.312	.130	.070	.317	.040	.125	2.058	G9421-5	9421B-05	175	280
F19427-2-5 ▲						.389			.125				2.097	G19421-2-5			
F19427-3-5 ▲						.452			.188				2.205	G19421-3-5			
F19427-4-5 ▲						.514			.250				2.313	G19421-4-5			
F19427-5-5 ▲						.577			.313				2.423	G19421-5-5			
F19427-6-5 ▲						.639			.375				2.531	G19421-6-5			

▲ INDICATES ITEMS SUBJECT TO MINIMUM ORDER QUANTITIES IF NOT AVAILABLE FROM STOCK.

CODE: TO SPECIFY A CADMIUM PLATED, QQ-P-416, CLASS 3, PLUS MOLYBDENUM DISULFIDE DRY FILM LUBRICATED NUT ELEMENT, PREFIX ESNA PART NUMBER WITH LETTERS "RM". (EXAMPLE: RMF9427-3) THIS VERSION MEETS SALT SPRAY REQUIREMENT OF QQ-P-416, TYPE II.

MATERIAL: NUT AND BASKET - STEEL, HEAT TREATED;
RETAINING CLIP - CRES.

FINISH: NUT AND BASKET - CADMIUM PLATE, QQ-P-416, TYPE II, CLASS 2 (SEE CODE).
RETAINING CLIP - UNPLATED.

THREADS: MIL-S-8879 (PRIOR TO ADDITION OF DRY FILM LUBRICANT).

FLOAT: MIN. RADIAL FLOAT .030.

APPLICATION: THIS SERIES OF ANCHOR NUTS HAS BEEN DESIGNED FOR APPLICATIONS REQUIRING A HIGH PERFORMANCE ANCHOR NUT ASSEMBLY CAPABLE OF WITHSTANDING SEVERE IN-SERVICE ABUSE. THE NUT COMPONENT MAY BE READILY REPLACED WITH SIMPLE HAND TOOLS BUT THE CLIP AND NUT COMPONENTS ARE VIBRATION AND IMPACT RESISTANT.

PERFORMANCE: MIL-N-25027 EXCEPT PUSH-OUT AND TWIST-OUT VALUES INCREASED. THE VALUES TABULATED APPLY BOTH SEPARATELY AND COMBINED.

TOLERANCES: UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DECIMALS, ±.015, ANGLES, ±2°

PJ-2938-3

CODE IDENT. NO. 72982



NUT-ANCHOR, FLOATING, ONE LUG, CBORE,
REPLACEABLE NUT ELEMENT, 450°F,
HIGH PERFORMANCE

F9427
F19427

ISSUED: 29 JAN 72 REVISED: 11 MAY 79

Tuercas sobre carril

Cuando se han de montar muchas tuercas sobre una estructura y para disminuir el número de remaches de fijación, las tuercas se pueden presentar sobre carriles lineales o con forma.

<p>NGJ5</p> 	<p>STRAIGHT CHANNEL, HIGH STRENGTH ALUMINUM, 100° COUNTERSUNK NUT (Dyed Blue) 8-32 and 10-32 to 250° F. NAS1039, NAS1040</p>
<p>LHTG51, LHTG51-2860</p> 	<p>STRAIGHT STAINLESS CHANNEL, COUNTERBORED NUT 8-32 thru 1/4-28 to 450° F., to 900° F. MS21064, MS21065, NAS688, NAS689, NAS690, NAS691, NAS692, NAS1034, NAS1035, NAS1036, NAS1037</p>
<p>LHTG51(J)</p> 	<p>STRAIGHT HIGH STRENGTH ALUMINUM CHANNEL, COUNTERBORED NUT 8-32 thru 3/8-24 to 450° F. MS21063, NAS688, 689, 690, NAS691, 692, NAS1034, NAS1035, 1036, 1037</p>
<p>RG51</p> 	<p>RADIUS HIGH STRENGTH ALUMINUM CHANNEL, COUNTERBORED NUT 8-32 thru 3/8-24 to 450° F.</p>
<p>LHTG55(J)</p> 	<p>STRAIGHT HIGH STRENGTH ALUMINUM CHANNEL, 100° COUNTERSUNK NUT 8-32 and 10-32 to 450° F. MS21066, NAS693, NAS694, NAS695, NAS1039, NAS1040, NAS1041</p>
<p>G15</p> 	<p>STRAIGHT HIGH STRENGTH ALUMINUM CHANNEL, DEEP COUNTERBORED NUT 10-32 and 1/4-28 to 450° F.</p>
<p>G9421</p> 	<p>GANG CHANNEL, STRAIGHT, COUNTERBORED REPLACEABLE NUT 10-32 to 3/8-24 to 450° F</p>
<p>G19421</p> 	<p>GANG CHANNEL, STRAIGHT, DEEP COUNTERBORED REPLACEABLE NUT 10-32 to 3/8-24 to 450° F</p>
<p>G18421L</p> 	<p>GANG CHANNEL, STRAIGHT, COUNTERBORED REPLACEABLE NUT 10-32 to 1/2-24 to 450° F</p>

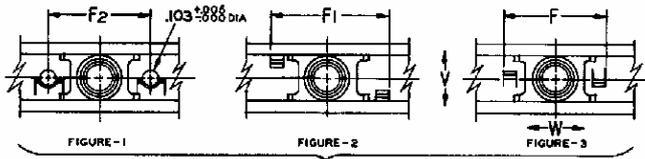
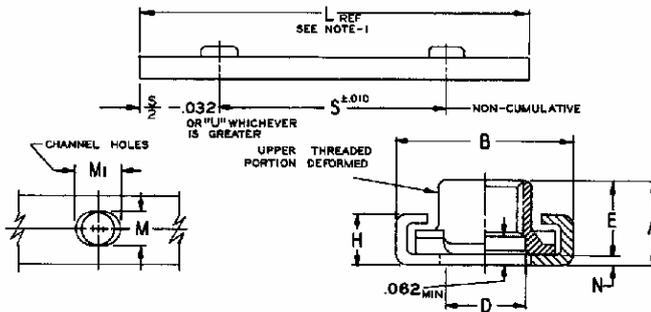


FIGURE-1 FIGURE-2 FIGURE-3
FLOAT CONTROL FEATURES (SEE TABLE PAGE-2)



BASIC PART NUMBER		THREAD	A MAX	B MAX	D MIN	E REF	F REF	F1 REF	F2 REF	H	M REF	Mi REF	N REF	U MIN
STEEL	STAINLESS STEEL													
52LHTG51-82	LHTG51-2860-82	.1640-32UNJC-38	.215	.416	.168	.174	.601	.598	.625	.109	.224	.255	.018	.343
52LHTG51-02	LHTG51-2860-02	.1900-32UNJF-38	.215	.416	.194	.174	.601	.598	.625	.109	.224	.255	.018	.343
52LHTG51-048	LHTG51-2860-048	.2500-28UNJF-38	.281	.516	.254	.241	.656	.788	---	.130	.285	.325	.025	.406

MATERIAL: NUT - STEEL
NUT - A286 STAINLESS STEEL - NON-MAGNETIC, HEAT AND CORROSION RESISTANT.
CHANNEL - STAINLESS STEEL - AISI 321.

FINISH: STEEL PARTS - CADMIUM PLATE, QQ-P-416, TYPE I, CLASS 3.
⑤ STAINLESS STEEL PARTS - SILVER PLATE, AMS2410 OR AMS2411.
CHANNEL - NONE, PASSIVATED.

THREADS: MIL-5-8879.

FLOAT: MINIMUM TOTAL FLOAT V = .020, W = .060.

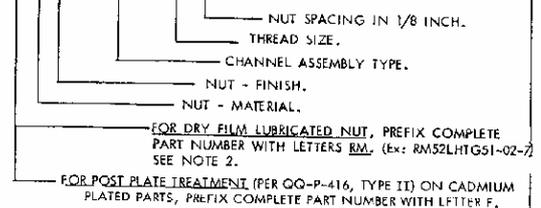
PERFORMANCE/APPROVAL STATUS: MIL-N-25027.

APPLICATION: TYPE LHTG51 AND LHTG51-2860 ARE DESIGNED FOR USE IN APPLICATIONS REQUIRING ANCHOR NUTS EQUALLY SPACED AROUND OPENINGS SUCH AS INSPECTION AND ACCESS DOORS WHERE DESIGN LIMITATIONS RESTRICT THE SPACE AVAILABLE FOR MOUNTING OR WHERE STRUCTURAL WEIGHT SAVING CAN BE EFFECTED BY THE USE OF NARROW CHANNEL. ADDED ADVANTAGES ARE ALSO PROVIDED IN STOCK SAVINGS ON SHIMS AND BOLTS DUE TO THE FLEXIBILITY OF THE THREAD LENGTH PROVIDED BY THE COUNTERBORE TO PERMIT USE OF EITHER FULL OR SHEAR THREAD LENGTH BOLTS.

NOTES: 1. ESNA STRAIGHT GANG CHANNEL IS NORMALLY SUPPLIED IN STANDARD 6 FOOT NOMINAL LENGTHS.
2. SINCE MOLYBDENUM DISULFIDE IS NOT THE STANDARD FINISH FOR THE LHTG51-2860 TYPE CHANNEL, MINIMUM QUANTITY ECONOMICAL RUNS MAY BE NECESSARY WHERE ~~RA~~ FINISH IS SPECIFIED. IN EACH VERSION OF CHANNEL THE NUT COMPONENTS ONLY WILL BE TREATED. IN THE CASE OF LHTG51 CHANNEL THE DRY FILM WILL BE APPLIED OVER THE CADMIUM PLATE, WHEREAS IN THE CASE OF LHTG51-2860 CHANNEL IT WILL BE APPLIED IN LIEU OF THE SILVER PLATE.

PART CODING:

52 LHTG51-02-7



TOLERANCES: UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DECIMALS, ±.015, ANGLES, ±2°

PJ-2218-43
CODE IDENT. NO.
72882



GANG CHANNEL-STRAIGHT, COUNTERBORED,
LOW HEIGHT, STAINLESS STEEL CHANNEL, 450°F & 900°F

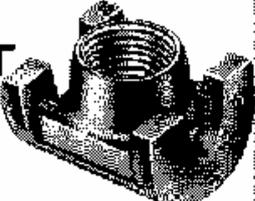
LHTG51
LHTG51-2860

PAGE 1 OF 2

ISSUED:17 AUG 62 REVISED:21 NOV 76

Tuercas de barril

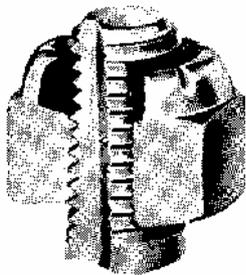
Son tuercas diseñadas para fijación de paneles que forman ángulos rectos entre si, se montan en agujeros practicados sobre uno de los paneles y se mantienen posición por un pieza en fleje, el tornillo pasa a través de la otra pieza

<p>LH8065</p> 	<p>BARREL, HIGH TENSILE, LIGHT-WEIGHT, DEEP COUNTERBORED 220,000 PSI 10-32 thru 1½-12 to 450° F.</p>
<p>2452, 2452RET</p> 	<p>BARREL, HIGH TENSILE, LIGHTWEIGHT AND RETAINER 180,000 PSI 10-32 thru 1½-12 to 250° F.</p>
<p>2552, 2552RET</p> 	<p>BARREL, HIGH TENSILE, FLOATING AND RETAINER 180,000 PSI 10-32 thru 1¼-12 to 250° F.</p>
<p>2752, 2752RET</p> 	<p>BARREL, HIGH TENSILE, FLOATING AND RETAINER 168,000 PSI ¼-28 thru 1½-12 to 250° F.</p>
<p>LH2577 LH2577RET</p> 	<p>BARREL, HIGH TENSILE, HIGH FATIGUE, FLOATING 180,000 PSI ¼-28 thru 1-12 to 450° F. NAS577, NAS578</p>
<p>LH7940T</p> 	<p>BARREL, HIGH TENSILE, FLOATING, HIGH FATIGUE 180,000 PSI ¼-28 thru 1-12 to 450° F.</p>
<p>1650</p> 	<p>SHANK, 100° FLUSH MOUNTING, SLOTTED 8-32 thru ¾-24 to 250° F.</p>

Tuercas no autofrenables y autofrenables

Son tuercas no autofrenables aquellas que no incorporan ninguna característica especial que evite o trate de disminuir la posibilidad de que se pierda el aprieto entre tornillo y tuerca, siendo necesario acudir a elementos auxiliares que cumplan esa misión.

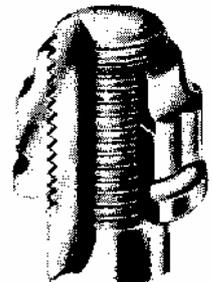
Son tuercas autofrenables las que incorporan dispositivos para disminuir la posibilidad de aflojado. Como sistemas se utilizan dos procedimientos, uno de ellos consiste en la introducción en un lado de la rosca de la tuerca una pieza de plástico o fibra que ha de ser forzada por el tornillo originándose sobre éste una fuerza de rozamiento que dificultará su giro y por tanto el aflojado. El otro procedimiento aplica el mismo principio con la diferencia en que la función de la pieza de plástico se consigue por la deformación de la tuerca en un lado de la rosca. Estos procedimientos se utilizan tanto sobre tuercas para giro como para las ancladas y remachadas.



**RED NYLON LOCKING
COLLAR to 250°F**



**ELLIPTICALLY OFFSET
CROWN to 1400°F**

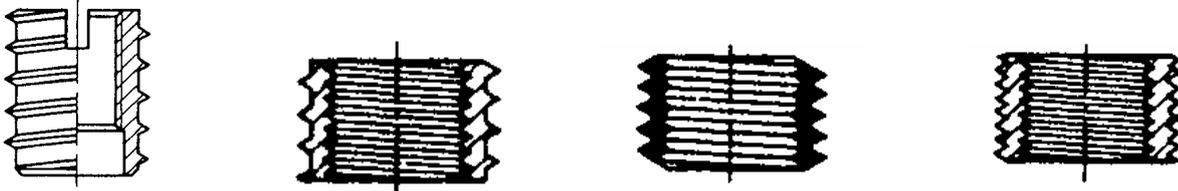


**SLOTTED "BEAM"
LOCKING DEVICE
to 1400°F**

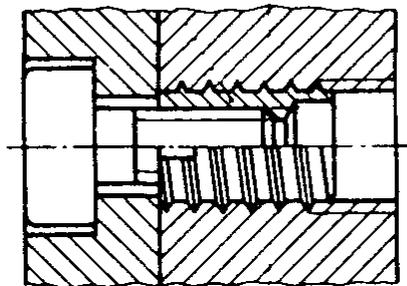
LH1660, 79LH1660		MINIATURE HEX, HIGH TEMPERATURE 2-64 thru 6-40 to 900° F.
NM, NE		REGULAR HEX, LIGHT 1-72 thru 1½-12 to 250° F. MS20365, MS21044, NAS1021, MS17830, MS51922
NTM, NTE		REGULAR HEX, LIGHT, THIN 2-56 thru 1½-12 to 250° F. MS20364, NAS1022, MS21063, AN364
NMJ		REGULAR HEX, HIGH STRENGTH ALUMINUM (Dyed Blue) 4-40 thru ¼-28 to 250° F. MS21044, NAS1021
N1610, NU1610		REGULAR HEX, HIGH TENSILE 10-32 thru 2½-4 to 250° F. MS17829
NKM, NKTM		REGULAR HEX, MACHINE SCREW, 4-40 thru 10-32 to 250° F.
NKE, NKTE		REGULAR HEX, NYLON CAP ¼-28 thru ¾-20 to 250° F.
K1, K2, K3		REGULAR HEX, METAL CAP (Nylon Insert) 6-32 thru ¾-24 to 250° F.
NE4717 NE4753		CASTELLATED HEX, SELF-LOCKING 10-32 thru 1-12 to 250° F. MS17826, MS17825
E9868 TE9868		REDUCED HEX, LIGHTWEIGHT, CASTELLATED 10-32 to 1-12 to 450° F. MS14144, MS14145
LHTM, LHTE LHTM2860, LHTE2860		REGULAR HEX, THIN INTERNAL WRENCHING 4-40 thru ¾-20 to 450° F. to 900° F. MS20364, MS20365, MS21040, NAS679, NAS1021, NAS1022, AN364, AN365

INSERTADORES.

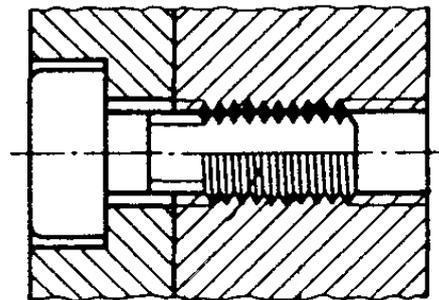
Llamaremos así a aquellos elementos que se montan en piezas construidas con materiales blandos, en los que no se pueden realizar agujeros roscados o cuando la naturaleza del material es tal que al montar o desmontar repetidamente un tornillo, esta rosca se puede dañar o producirse el gripado del tornillo.



En la figura se muestran algunos de tipo cilíndrico. La retención del insertador en la pieza, puede realizarse mediante un roscado de paso basto, mediante adhesivos o embebiendo el insertador en la pieza al fundir ésta. la forma de trabajo con el tornillo se muestra en la figura siguiente



Otro tipo de insertadores utilizados en piezas de aleación ligera, fundición e incluso acero son los denominados "helicoils", que son unos muelles con sección de espira en forma de rombo, constituyendo el exterior una rosca que penetra en la pieza y el interior otra rosca en la que se acopla el tornillo. La retención en la pieza queda asegurada por la fuerza creada por la elasticidad del muelle contra la pared del alojamiento; en la figura se aprecian el montaje y la forma de trabajo. Estos elementos se fabrican en acero inoxidable, proporcionando unas roscas muy resistentes sobre materiales blandos, mejorando la resistencia a la corrosión del tornillo y de la pieza, también se obtienen bajos coeficientes de rozamiento.

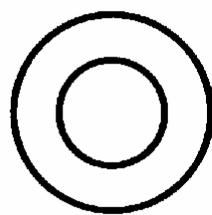


Una interesante aplicación de estos insertadores es la de servir como elemento de reparación cuando se produce el deterioro de un agujero roscado de forma que se rosca el agujero a la medida exterior del insertador dejándose el interior a la medida del tornillo original.

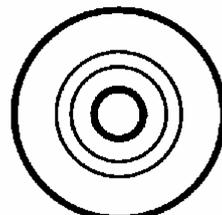
ARANDELAS

Las arandelas, son elementos complementarios de los tornillos y las tuercas, se utilizan con los siguientes propósitos: facilitar el asiento de las cabezas de los tornillos y las tuercas sobre las piezas; distribuir las cargas de aprieto producidas por los tornillos sobre las piezas; actuar como elementos de freno disminuyendo la posibilidad de aflojado; hacer de suplementos de las piezas de forma que el final de la rosca de los pernos salga de las mismas quedando dentro de la arandela y así sea posible el aprieto.

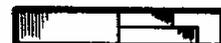
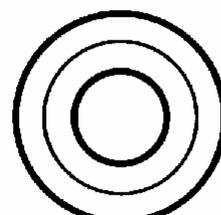
En la figura se presentan los tipos mas frecuentes.



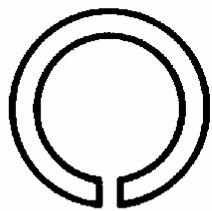
ARANDELA PLANA



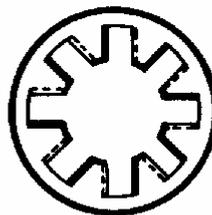
ARANDELA ESFERICA



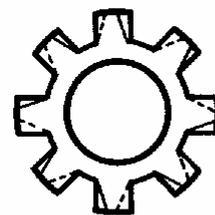
ARANDELA ESCALONADA



ARANDELA GROWER



ARANDELAS DE ESTRELLA



Debido a las marcas que pueden dejar sobre los materiales y que estas pueden ser el origen de grietas de fatiga, las arandelas de estrella y grower, deben de montarse sobre arandelas planas cuando no se desea marcar el material de las piezas y no deben de utilizarse por la misma razón en los siguientes casos: Con tornillos en estructuras primarias y secundarias; cuando los desmontajes sean frecuentes; cuando el fallo de la unión pueda crear una situación crítica; donde puedan afectar a la resistencia aerodinámica; en zonas sujetas a corrosión; sobre materiales blandos.

Para operaciones de frenado se emplean arandelas construidas en acero dulce y que son fácilmente deformables

Arandelas PLI (Preload Indicating Washers)

La correcta eficiencia de una unión atornillada se tiene cuando los tornillos se aprietan correctamente o lo que es lo mismo se crea en el tornillo una fuerza de tensión que es la de aprieto entre las piezas. Para medir esta fuerza de aprieto, uno de los métodos mas extendidos es el empleo de llaves dinamométricas que controlan el par aplicado.

Aunque estas llaves dinamométricas se fabrican con posibilidades de medición del par con una precisión del 2%, esto no es suficiente para garantizar un control exacto de la fuerza de aprieto como consecuencia de las muchas variables que entran en el proceso (lubricación, fricción, material, acabado superficial, etc.).

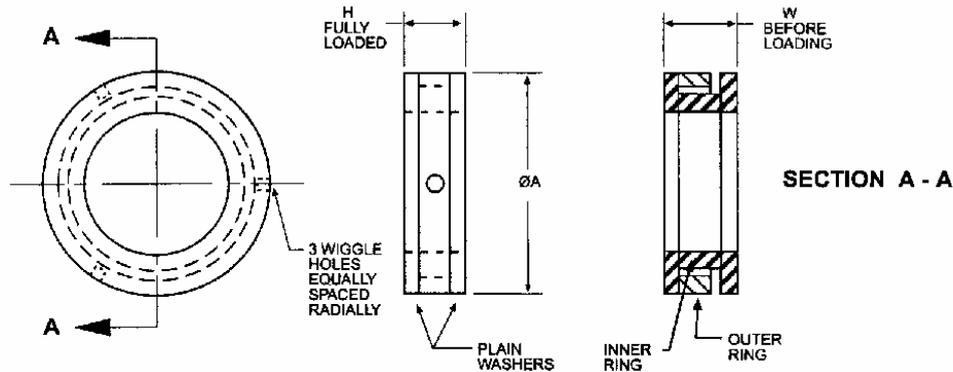
Para las situaciones en que se requiere un control muy ajustado de la fuerza de aprieto se utilizan las denominadas arandelas PLI, estas está formadas por cuatro piezas, dos anillos concéntricos intercalados entre dos arandelas planas, el anillo interior tiene el diámetro exterior mas pequeño que el interior del anillo exterior y a además es mas alta.

Cuando situada debajo de la cabeza de un tornillo o una tuerca y se procede al apretado, las arandelas comprimen el anillo interior llegando a producirse una deformación plástica que dependerá de la naturaleza del material del mismo.

El aprieto estará en los límites prefijados por la arandela cuando la altura del anillo interior sea igual a la del exterior, comprobación que se realiza durante el proceso cuando no es posible girar este último con respecto al primero con ayuda de unas varillas que se introducen en los agujeros realizados a tal efecto en el anillo exterior..

En la figura se muestran ejemplos de arandelas PLI para tuercas y para tornillos.

**PRELOAD INDICATING WASHER ASSEMBLY
APPLICATIONS FOR UNDER THE NUT
80 KSI TO 180 KSI STRESS LEVELS
ALLOY STEEL AND CRES (A286)**



NOMINAL BOLT Ø	ØA ±.010	H MIN	W MAX
.190	.468	.188	.228
.250	.531	.198	.240
.312	.593	.208	.252
.375	.687	.247	.296
.437	.781	.258	.309
.500	.875	.268	.321
.562	.968	.279	.333
.625	1.062	.289	.345
.750	1.250	.312	.372
.875	1.437	.333	.396
1.000	1.625	.409	.488
1.125	1.875	.432	.514
1.250	2.125	.456	.542
1.375	2.313	.480	.571
1.500	2.500	.512	.601

1. Basic Part Numbers: "PLI" is the basic part number for an alloy steel assembly. "94407" is the basic part number for an A286 assembly. The first dash number = nominal bolt diameter in sixteenths. The second dash number = mean preload in thousands of pounds.
Example: PLI-4-2.9 = Alloy steel assembly to be used with a.2500 bolt (4/16) Preload indicated at 2,900 lbs. (2.9 x 1,000).
94407-10-21.7 = A286 assembly to be used with a.6250 bolt (10/16) Preload indicated at 21,700 lbs. (21.7 x 1,000).

Table I describes the dash numbers and indicated loads offered with the part numbers listed in Note 1.

2. Alloy steel assemblies are cadmium plated per QQ-P-416, Type II, Class 3. A286 assemblies are passivated per ASTM A967.
3. Alloy steel only: Carbowax .437 and larger inner rings.

4. Rings are color coded for load level identification:
 - 80 ksi rings — Red
 - 100 ksi rings — Black
 - 125 ksi rings — Green
 - 160 ksi rings — Plain
 - 180 ksi rings — Blue

5. Plain washers are not color coded.
6. 160 ksi rings are not color coded — they are plain as plated. The plated parts will appear as a golden color, due to the dichromate treatment.
7. Dimensions are in inches.

The stress listed in Table I is the minimum ultimate tensile strength of the bolt.
The indicated load listed in Table I is 80% of the yield strength of an alloy steel bolt.

Table I

80 ksi			100 ksi			125 ksi			160 ksi			180 ksi		
Part Dash Numbers	Indicated Load in lbs.		Part Dash Numbers	Indicated Load in lbs.		Part Dash Numbers	Indicated Load in lbs.		Part Dash Numbers	Indicated Load in lbs.		Part Dash Numbers	Indicated Load in lbs.	
	MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN
-3-1.0	1,100	900	-3-1.3	1,430	1,170	-3-1.6	1,760	1,440	-3-2.1	2,310	1,890	-3-2.3	2,530	2,070
-4-1.9	2,090	1,710	-4-2.4	2,640	2,160	-4-2.9	3,190	2,610	-4-3.6	3,960	3,240	-4-4.3	4,730	3,870
-5-3.1	3,410	2,790	-5-3.8	4,180	3,420	-5-4.7	5,170	4,230	-5-5.9	6,490	5,310	-5-6.9	7,590	6,210
-6-4.7	5,170	4,230	-6-5.9	6,490	5,310	-6-7.3	8,030	6,570	-6-9.2	10,120	8,280	-6-10.7	11,770	9,630
-7-6.4	7,040	5,760	-7-8.0	8,800	7,200	-7-9.9	10,890	8,910	-7-12.4	13,640	11,160	-7-14.4	15,840	12,960
-8-8.7	9,570	7,830	-8-10.9	11,990	9,810	-8-13.5	14,850	12,150	-8-17.0	18,700	15,300	-8-19.6	21,560	17,640
-9-11.1	12,200	10,000	-9-13.9	15,290	12,510	-9-17.1	18,810	15,390	-9-21.6	23,760	19,440	-9-24.9	27,390	22,410
-10-14.1	15,510	12,690	-10-17.6	19,360	15,840	-10-21.7	23,870	19,530	-10-27.6	30,360	24,840	-10-31.7	34,870	28,530
-12-20.6	22,660	18,540	-12-25.8	28,380	23,220	-12-31.8	34,980	28,620	-12-40.3	44,330	36,270	-12-46.5	51,150	41,850
-14-28.2	31,020	25,380	-14-35.3	38,830	31,770	-14-43.5	47,850	39,150	-14-55.2	60,720	49,880	-14-63.5	69,850	57,150
-16-38.0	41,800	34,200	-16-47.5	52,250	42,750	-16-58.6	64,460	52,740	-16-74.3	81,730	66,870	-16-85.5	94,050	76,950
-18-48.2	53,020	43,380	-18-60.2	66,220	54,180	-18-72.9	80,190	65,610	-18-93.4	102,740	84,060	-18-108.4	119,240	97,560
-20-59.4	65,340	53,460	-20-74.2	81,620	66,780	-20-92.8	102,080	83,520	-20-117.8	129,580	106,020	-20-133.6	146,960	120,240
-22-73.1	80,410	65,790	-22-91.4	100,540	82,260	-22-114.2	125,620	102,780	-22-145.1	159,610	130,590	-22-164.5	180,950	148,050
-24-88.2	97,020	79,380	-24-110.3	121,330	99,270	-24-137.9	151,690	124,110	-24-175.3	192,830	157,770	-24-196.5	218,350	178,650

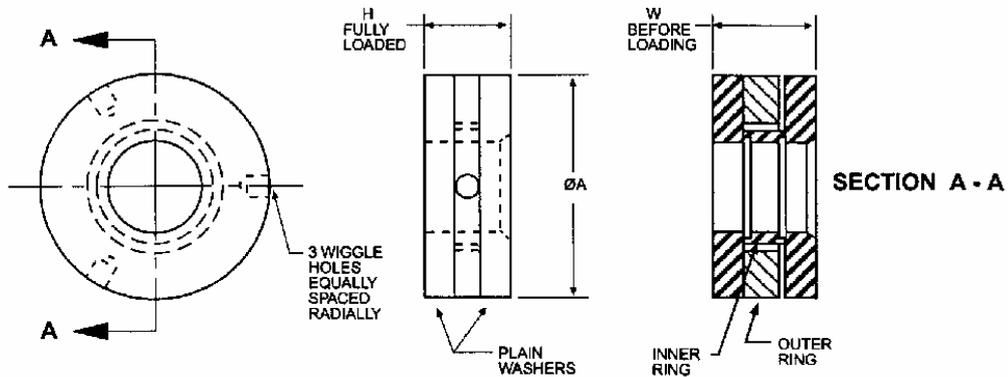
These loads are established by a benchmark axial static test. In applications where preload is torque induced, the actual preload may be less than the indicated load listed on the drawing. Preload scatter using Preload Indicating Washers can be reduced to ±10%.

PRELOAD INDICATING WASHER ASSEMBLY

APPLICATIONS FOR UNDER THE BOLT HEAD

80 KSI TO 180 KSI STRESS LEVELS

ALLOY STEEL AND CRES (A286)



NOMINAL BOLT Ø	ØA ±.010	H MIN	W MAX
.190	.469	.188	.228
.250	.531	.198	.240
.312	.593	.208	.252
.375	.687	.247	.296
.437	.781	.258	.309
.500	.875	.268	.321
.562	.968	.279	.333
.625	1.062	.289	.345
.750	1.250	.312	.372
.875	1.437	.333	.396
1.000	1.625	.409	.488
1.125	1.875	.432	.514
1.250	2.125	.456	.542
1.375	2.313	.480	.571
1.500	2.500	.512	.601

- Basic Part Numbers: 62520 = Alloy Steel, 80 ksi stress level
 62521 = Alloy Steel, 100 ksi stress level
 62522 = Alloy Steel, 125 ksi stress level
 62523 = Alloy Steel, 160 ksi stress level
 62524 = Alloy Steel, 180 ksi stress level
 95300 = A286, 80 ksi to 180 ksi stress level
 The first dash number = nominal bolt diameter in sixteenths.
 The second dash number = mean preload in thousands of pounds.
 Example: 62520-5-3.8 = Alloy steel assembly to be used with ø.3125 bolt (5/16)
 Preload indicated at 3,800 lbs. (3.8 x 1,000).
 95300-8-13.5 = A286 assembly to be used with ø.5000 bolt (8/16)
 Preload indicated at 13,500 lbs. (13.5 x 1,000).

- Table I describes the dash numbers and indicated loads offered with the part numbers listed in Note 1.
- Alloy steel assemblies are cadmium plated per QQ-P-416, Type II, Class 3.
 A286 assemblies are passivated per ASTM A967.
- Alloy steel only: Carbowax .437 and larger inner rings.
- Rings are color coded for load level identification: 80 ksi rings — Red 160 ksi rings — Plain
 100 ksi rings — Black 180 ksi rings — Blue
 125 ksi rings — Green

- Plain washers are not color coded.
- 160 ksi rings are not color coded — they are plain as plated. The plated parts will appear as a golden color due to the dichromate treatment.
- Dimensions are in inches.

The stress listed in Table I is the minimum ultimate tensile strength of the bolt.
 The indicated load listed in Table I is 80% of the yield strength of an alloy steel bolt.

Table I

80 ksi			100 ksi			125 ksi			160 ksi			180 ksi		
Part Dash Numbers	Indicated Load in lbs.		Part Dash Numbers	Indicated Load in lbs.		Part Dash Numbers	Indicated Load in lbs.		Part Dash Numbers	Indicated Load in lbs.		Part Dash Numbers	Indicated Load in lbs.	
	MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN
-3-1.0	1,100	900	-3-1.3	1,430	1,170	-3-1.6	1,760	1,440	-3-2.1	2,310	1,890	-3-2.3	2,530	2,070
-4-1.9	2,090	1,710	-4-2.4	2,640	2,160	-4-2.9	3,190	2,610	-4-3.6	3,960	3,240	-4-4.3	4,730	3,870
-5-3.1	3,410	2,790	-5-3.8	4,180	3,420	-5-4.7	5,170	4,230	-5-5.9	6,490	5,310	-5-6.9	7,590	6,210
-6-4.7	5,170	4,230	-6-5.9	6,490	5,310	-6-7.3	8,030	6,570	-6-9.2	10,120	8,280	-6-10.7	11,770	9,630
-7-6.4	7,040	5,760	-7-8.0	8,800	7,200	-7-9.9	10,890	8,910	-7-12.4	13,640	11,160	-7-14.4	15,840	12,960
-8-8.7	9,570	7,830	-8-10.9	11,990	9,810	-8-13.5	14,850	12,150	-8-17.0	18,700	15,300	-8-19.6	21,560	17,640
-9-11.1	12,200	10,000	-9-13.9	15,290	12,510	-9-17.1	18,810	15,390	-9-21.6	23,760	19,440	-9-24.9	27,390	22,410
-10-14.1	15,510	12,690	-10-17.6	19,360	15,840	-10-21.7	23,870	19,530	-10-27.6	30,360	24,840	-10-31.7	34,870	28,530
-12-20.6	22,560	18,540	-12-25.8	28,380	23,220	-12-31.8	34,980	28,620	-12-40.3	44,330	36,270	-12-46.5	51,150	41,850
-14-28.2	31,020	25,380	-14-35.3	38,830	31,770	-14-43.5	47,850	39,150	-14-55.2	60,720	49,680	-14-63.5	69,850	57,150
-16-38.0	41,800	34,200	-16-47.5	52,250	42,750	-16-58.6	64,460	52,740	-16-74.3	81,730	66,870	-16-85.5	94,050	76,950
-18-48.2	53,020	43,380	-18-60.2	66,220	54,180	-18-72.9	80,190	65,610	-18-93.4	102,740	84,060	-18-108.4	119,240	97,560
-20-59.4	65,340	53,460	-20-74.2	81,620	66,780	-20-92.8	102,080	83,520	-20-117.8	129,580	106,020	-20-133.6	146,960	120,240
-22-73.1	80,410	65,790	-22-91.4	100,540	82,260	-22-114.2	125,620	102,780	-22-145.1	159,610	130,590	-22-164.5	180,950	148,050
-24-88.2	97,020	79,380	-24-110.3	121,330	99,270	-24-137.9	151,690	124,110	-24-175.3	192,830	157,770	-24-198.5	218,350	178,650

These loads are established by a benchmark axial static test. In applications where preload is torque induced, the actual preload may be less than the indicated load listed on the drawing. Preload scatter using Preload Indicating Washers can be reduced to ±10%.

Elementos de unión especiales.

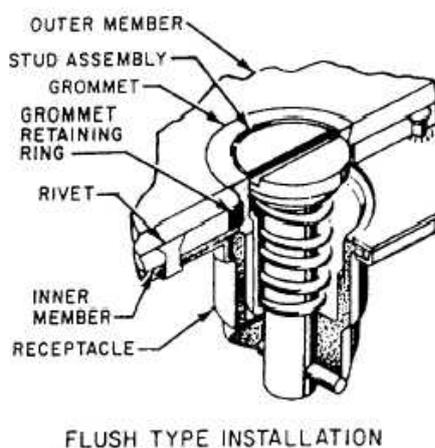
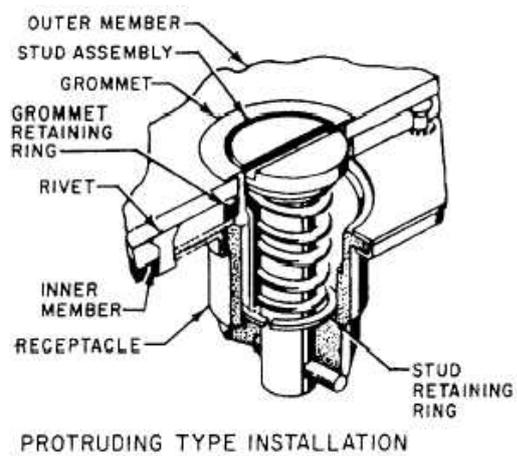
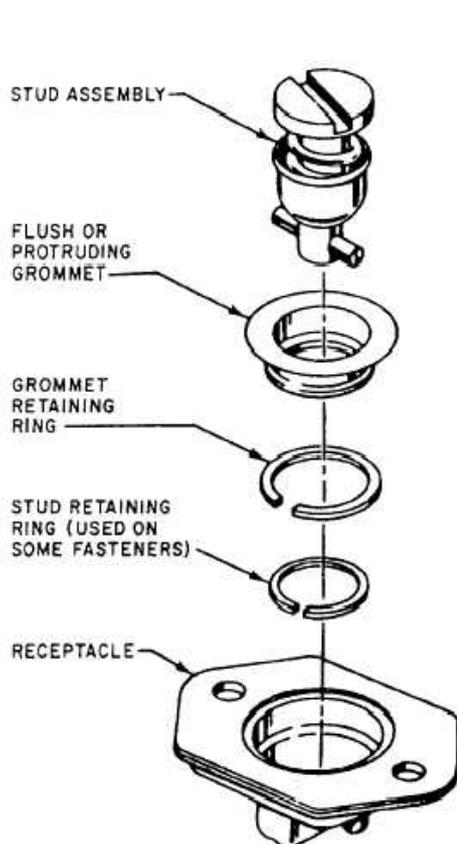
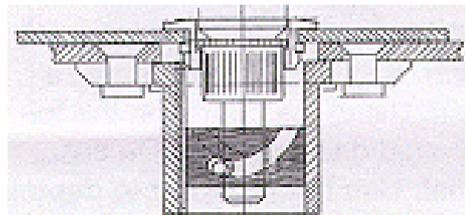
En la construcción de aeronaves, es muy frecuente la necesidad de disponer en la estructura de determinadas partes que deben desmontarse con frecuencia para realizar acciones de servicio o mantenimiento. Al pertenecer estas partes a la estructura, su unión con ella debe cumplir con los requisitos de resistencia y fiabilidad impuestos a la misma.

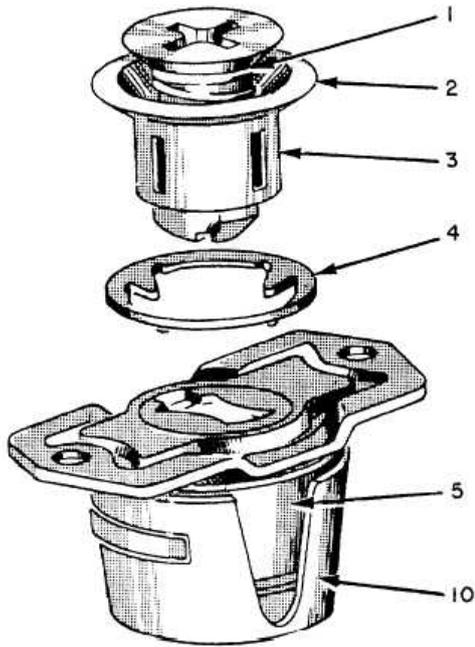
Dentro de estos elementos se encuentran aquellos de accionamiento con un cuarto de vuelta, las bisagras, cierres, enganches, cerrojos, etc. Como característica común se encuentra la que siempre una parte de ellos queda sujeta a la parte fija de la estructura y otra a la móvil.

Como fabricantes se destacan los siguientes Camloc, Airloc, Southco, Hartwell, Fairchild, Huck, etc., solo de los primeros se hará alguna descripción.

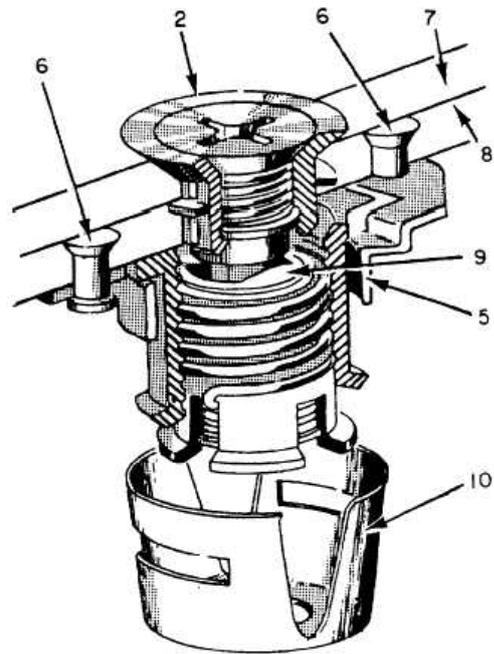
Camloc

En las figuras siguientes auto explicativas en cuanto a montaje y funcionamiento se muestran dos tipos de este fabricante.



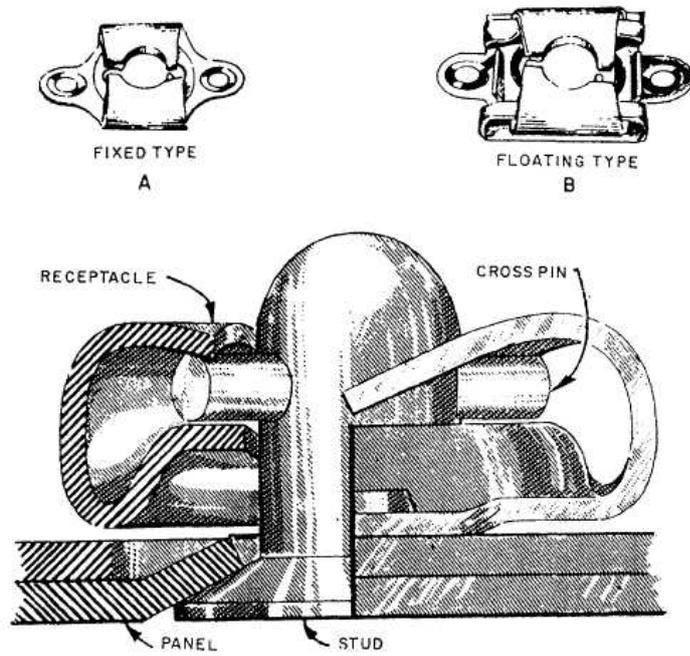


- 1. Tension spring
- 2. Stud assembly
- 3. Bushing
- 4. Retaining ring
- 5. Receptacle assembly

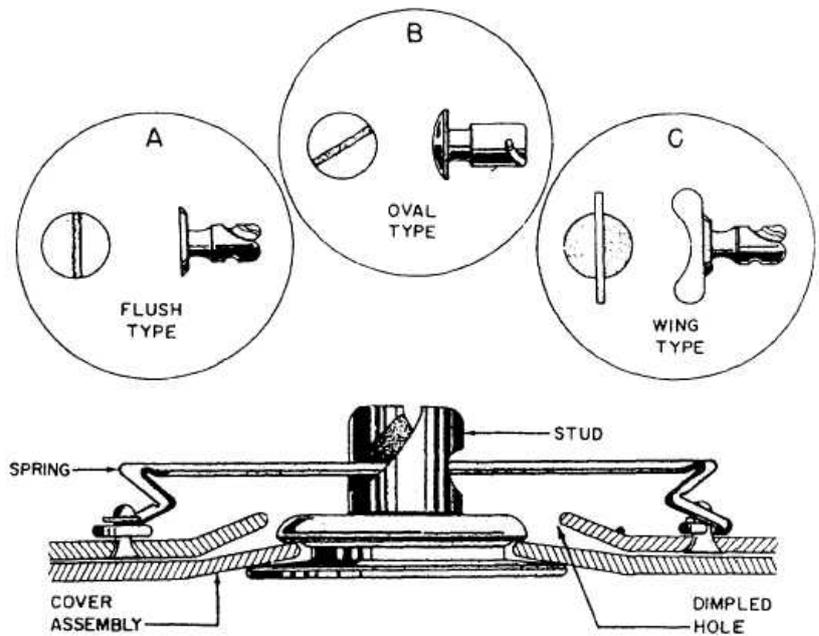


- 6. Receptacle attaching rivets
- 7. Outer skin
- 8. Inner skin
- 9. Insert
- 10. Cover

Airloc



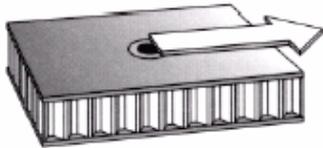
Dzus



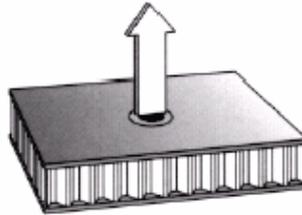
Elementos de fijación para materiales compuestos

Para aplicaciones sobre honeycomb, y dado que el espesor de las pieles es muy pequeño, las cargas de cortadura y en particular las de tracción deben ser soportadas por el total de la estructura siempre que sea posible, por otra parte la aplicación directa de tornillos o pernos sobre los mismos provoca la deformación o hundimiento de la estructura.

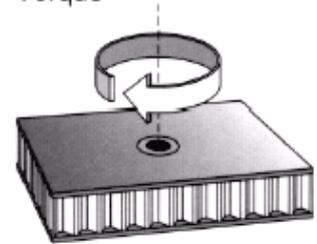
Shear



Tension

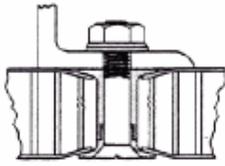


Torque

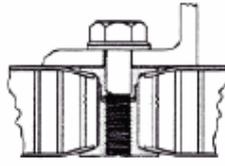


Por esta razón, ha sido necesario el diseño de elementos de fijación especiales, estos denominados insertos se pueden clasificar en dos tipos principales: los de instalación mecánica y los pegados directamente (en frío o caliente). En las figuras siguientes se presentan ambos tipos, ejemplos de montaje y de una tabla de tipos y medidas ofrecidas por un fabricante

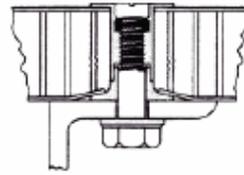




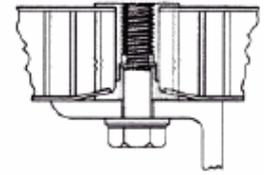
101 & 102 Rivet & Thru-Bolt Series



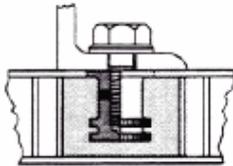
103 Threaded Series



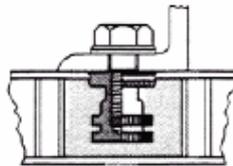
104 Self-Locking Series



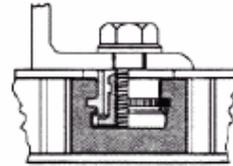
106 All Metal Self-Locking Series



400 H HE Flush Head Series

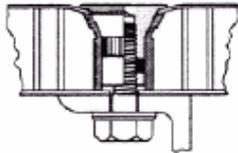


400 S SE Snap-In Series

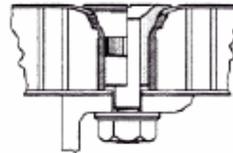


400 HF Floating Series

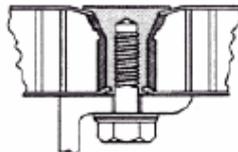
**NAS 1832 through
NAS 1836 are Available**



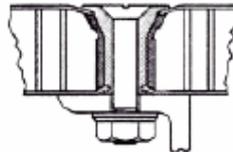
603 & 604 Threaded Series



601 & 602 Rivets Thru-Bolt Series



603 Flared Threaded Series



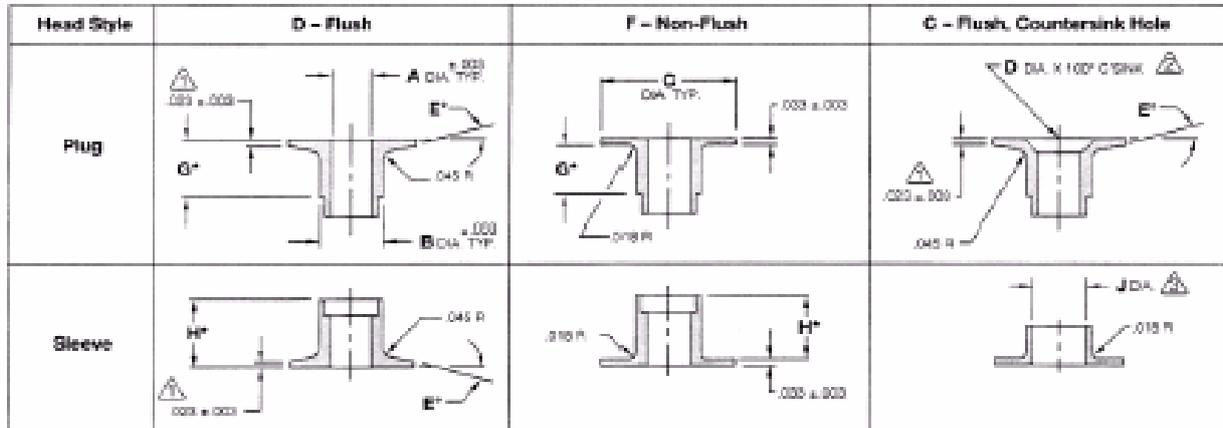
601 & 602 Flared Rivet & Thru-Bolt Series

Delron Inserts

101 Series – Thru-Rivet

Style Selection

Head styles may be combined between Plugs and Sleeves within the same size.



*See Tables 2

Table 1

Size	Hole Dia.	B Body Dia.	C Head Dia.	D C/Sink Dia.	Head Angle
12	.138	.278	.600	.233	13°
15	.189	.278	.600	.295	13°
18	.194	.309	.625	.382	13°
25	.257	.372	.750	.486	14°
28	.290	.403	.812	.601	14°
31	.318	.466	.875	.574	14°

Notes:

- <1> Head Thickness = .033 for 31 size.
- <2> "C" style head available in Plugs only.
- <3> "J" diameter is thru (no countersink) for -.03 through -.04 length Sleeves for 25 and 28 sizes only.
- 4. - Tolerances, unless otherwise specified: .xxx ± .010; Angles ±2°.

Part Number Selection

Two part number-Sleeve and Plug-are required for a complete assembly. Consult Rosin for availability of optional materials, finishes, sizes and lengths.

Example:

S 1 0 1 F 15 - 08
P 1 0 1 C 15 - 1

— Add Suffix "NF" to Part Number if No Finish is Required
— Length Dash Number: See Tables 2
— Optional Finish (Alum. Parts Only): AL = Anodize per MIL-C-5541, Class 3
— AA = Incolite per MIL-C-5541

— Size: See Table 1

— Head Style: C = Flush Head, Countersink Hole

— D = Flush Head

— F = Non-Flush Head

— Type: Thru-Rivet

— Material: 0 = 2024-T4 or T351 Aluminum Alloy per QQ-A-225/6.

— Anodize per MIL-A-8825

— 6 = CRES Steel per ASTM-A-581/ASTM-A-582, AMS5640.

— Passivate per QQ-P-35

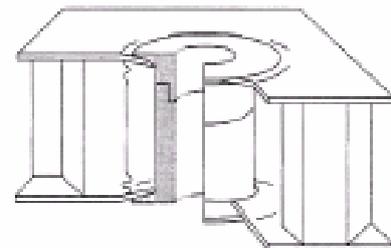
— 8 = Carbon Steel per ASTM-A-108/FED-STD-88.

— Cadmium Plate per QQ-P-416, Type II, Class 2

— Series 100: Grommet Type Panel Insert

— Part Type: P = Plug S = Sleeve

Typical Assembly



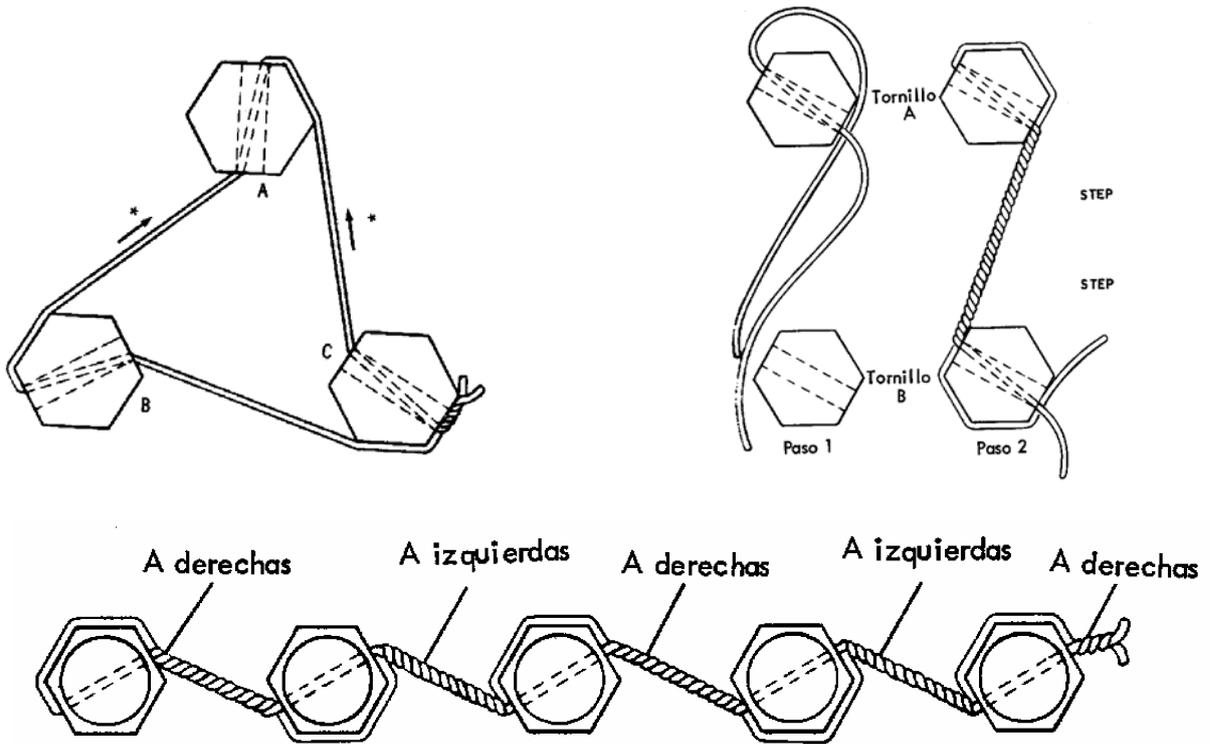
Typical Series 101, Thru-Rivet Plug and Sleeve assembly, installed in honeycomb sandwich panel. Sleeve and Plug form a telescopic press fit.

Note: For installation and tooling information, see pages 24 and 25.

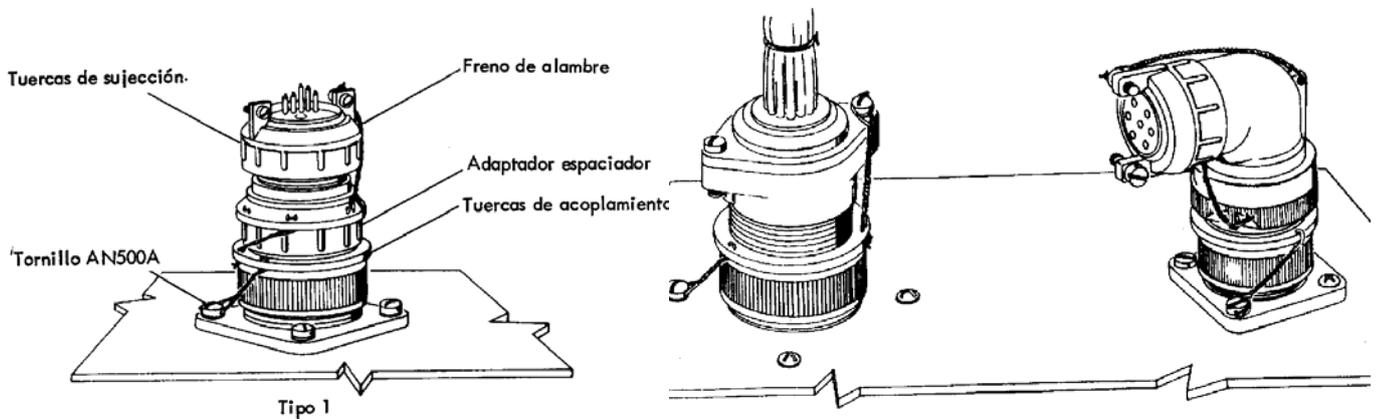
Frenado

El frenado con alambre se realiza para evitar la posibilidad de aflojado de elementos roscados que estando sujetos a movimientos o vibraciones y por tanto a su desprendimiento. El procedimiento consiste en introducir el alambre por pequeños agujeros practicados en piezas contiguas retorciéndolo. El frenado debe de realizarse de manera que no se produzcan arañazos.

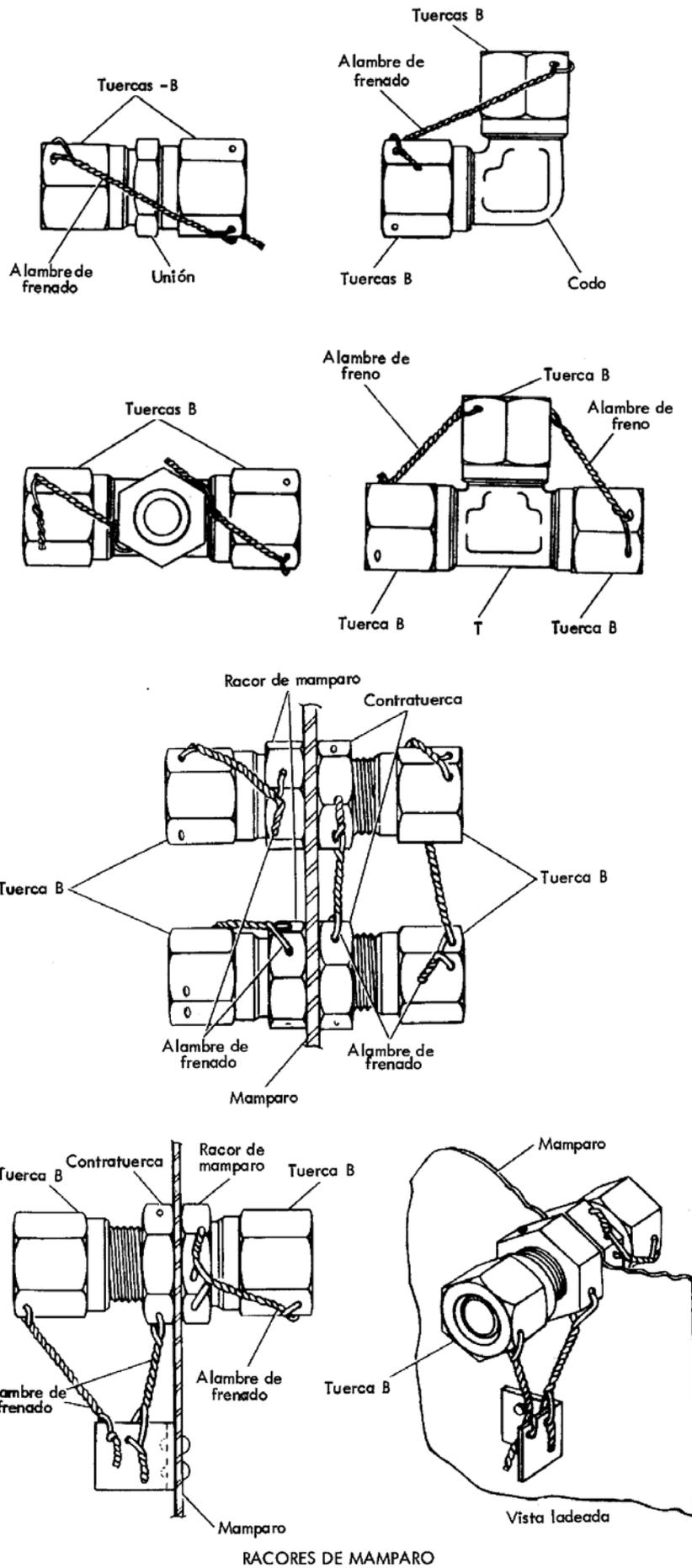
Como procedimientos, se realizan el frenado con un solo cabo y con dos cabos.



Frenado de conectores eléctricos

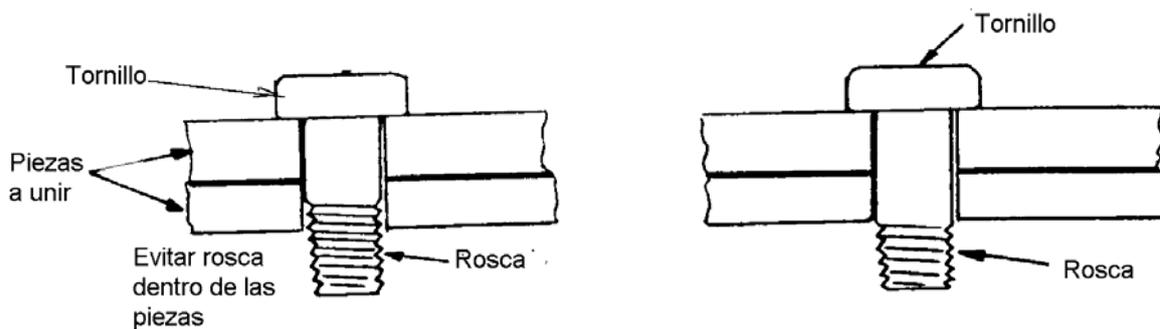


Frenado de racores



CONSIDERACIONES DE DISEÑO

- Evitar uniones que incorporen tornillos en conjunción con remaches u otros elementos que se monten con interferencia, y que el mejor ajuste de estos hace que el reparto de cargas no sea compartido hasta que se haya producido la suficiente deflexión para absorber los juegos existentes en los acoplamientos de los tornillos. Si es necesario realizar uniones con mezclas de elementos, las cargas deberán ser absorbidas por los que se montan con aprieto.
- Los tornillos cadmiados no deben de utilizarse con composites y en especial si las temperaturas pueden llegar a 450° F.
- Nunca deben de diseñarse las uniones de forma que queden hilos de rosca dentro de las chapas a unir tal y como se muestra en la figura, puesto que pueden dar lugar a marcas origen de posibles grietas.



- En utilizaciones críticas, el par de aprieto debe de estar especificado en los dibujos o en los manuales de mantenimiento.
- Los tornillos de diámetro inferior a 0,25 no deben emplearse solos, por motivos de seguridad en uniones que resulten críticas.
- Tornillos para cortadura con cabezas delgadas no deben de emplearse en los casos en que aparezcan momentos flectores. Los tornillos con tratamientos de 180000 PSI y mayores, deben de adquirirse de acuerdo con especificaciones que cumplan o excedan los requerimientos de las normas MIL-B-8831 (180000 PSI), MIL-B8906 (220000 PSI) y MIL-B-8907 (260000 PSI).
- Los tornillos cargados fuertemente a tracción, deben de montarse con arandelas, bajo la cabeza y la tuerca.

SELECCIÓN DE ELEMENTOS DE FIJACIÓN

Para realizar la selección del elemento de unión a utilizar en cada aplicación, es conveniente que el proyectista realice una lista con las características que pretende conseguir. No existirán requerimientos para cada pieza, pero si los habrá de como se supone que el avión deberá de operar.

En la tabla se muestran las ventajas y desventajas de los elementos de fijación estudiados anteriormente.

COMPARACIÓN ENTRE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS DE FIJACIÓN EMPLEADOS EN FABRICACIÓN DE AVIONES

ELEMENTO DE FIJACIÓN	VENTAJAS	LIMITACIONES
Remaches macizos	Buen aprieto Alta rigidez Bajo costo Bajo peso Buena resistencia estática y a la fatiga en uniones a cortadura	No desmontable Limitada resistencia a la cortadura Baja resistencia a tracción y a cortadura Baja resistencia a fatiga en tracción Alto nivel de ruido durante la instalación
Lock-bolt	Alto aprieto Alta resistencia a cortadura Alta fiabilidad Bajo nivel de ruido durante la instalación	No desmontable Coste moderado Limitada resistencia a la tracción Baja resistencia a la fatiga Peso moderado
Hi-lock	Igual que los lock-bolt pero con coste y peso algo mas bajo	Igual que los lock-bolt pero con coste y peso algo mas bajo
Taper-lock	Igual que los lock-bolt excepto gran resistencia a la fatiga en cortadura Alta rigidez	Igual que los lock-bolt pero con coste mas elevado y proceso de instalación mas complejo
Remaches High Shear	Alta resistencia a cortadura Bajo coste Bajo peso	No desmontable Bajo aprieto Baja resistencia de la unión a tensión Pobre resistencia a la fatiga Alto nivel de ruido durante la instalación
Remaches ciegos	Vástago bloqueado Rigidez moderada Bajo coste Bajo peso Instalación desde un solo lado	Baja resistencia a tracción y a cortadura Baja resistencia a la fatiga Aprieto moderado Moderada fiabilidad No desmontables
Tornillos ciegos	Vástago bloqueado Alta resistencia a cortadura Instalación desde un solo lado	Baja resistencia en uniones a tracción Baja resistencia a la fatiga Aprieto moderado Coste elevado Peso elevado No desmontable
Tornillos de 12 puntos	Alta resistencia estática a tracción Alta resistencia a la fatiga en tracción Alto par de aprieto Alta fiabilidad Desmontable	Alto coste Alto peso Sobresaliente sobre la superficie
Tornillos exagonales	Alta resistencia a la tracción con pasos largos Alta resistencia a cortadura Bajo coste Desmontables	Alta resistencia a la tracción con pasos cortos Baja resistencia a la fatiga Peso moderado Par de aprieto moderado Sobresaliente sobre la superficie
Tornillos cabeza avellanada	Alta resistencia estática a cortadura Bajo peso Desmontables Superficies enrasadas	Baja resistencia en uniones a tracción Baja resistencia a la fatiga Par de aprieto bajo Coste moderado

Una vez que el diseñador haya determinado el tipo de junta a realizar, conocerá si el elemento de fijación está cargado axialmente o a cortadura. Si la fatiga a tracción es la principal condición de

carga, tendrá en cuenta los radios de acuerdo entre vástago y cabeza de tornillo y en el fondo de las roscas con fabricación por laminado en frío, tal y como se comentó con anterioridad.

Para cargas de tensión estáticas el radio de fondo de las roscas no es primordial. En los casos en que se puedan dar cargas de tracción incidentales, se deben de considerar todos los elementos de fijación próximos, sean remaches macizos, ciegos, etc. incluidos los que trabajen a cortadura.

Las cargas de cortadura, requieren la selección de elementos con cabezas para cortadura, ya que proporcionan la mayor relación resistencia/peso. Si existen condiciones de fatiga, las cabezas se elegirán de forma que su instalación desarrolle esfuerzos residuales de compresión en las zonas de material situadas alrededor de los agujeros.

El proceso de selección se realiza usualmente siguiendo los siguientes pasos:

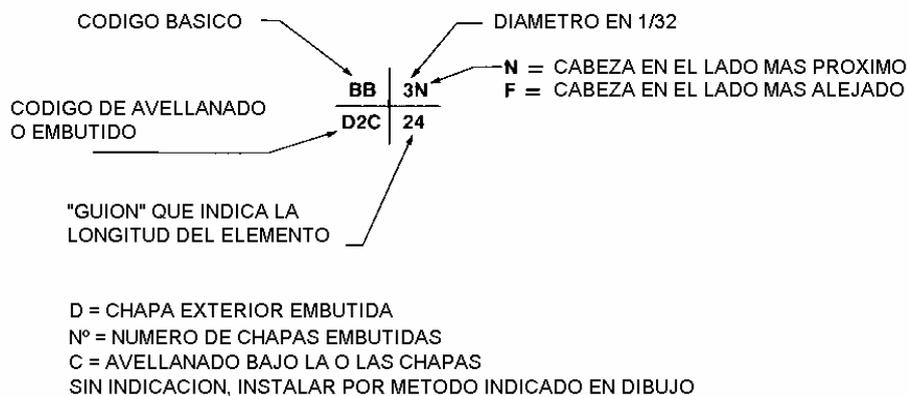
- La resistencia estática se determina por el material, diámetro, dimensión de la cabeza, dimensiones de la rosca y longitud, se encuentra en los catálogos de los fabricantes.
- Resistencia a la corrosión; es un aspecto fundamental a la hora de elegir el material del elemento de unión, se debe tener en cuenta la alta corrosión galvánica que se puede ocasionar en la estructura por el empleo de materiales heterogeneos. El cadmiado es el procedimiento de protección mas comúnmente usado en componentes de acero, aunque deja mucho que desear. En los remaches ciegos los vástagos de acero están siendo sustituidos por los de acero inoxidable para evitar depósitos de oxido o retoques de pintura. Se deben de utilizar imprimaciones en casos conflictivos
- Compatibilidad de materiales; los materiales de los elementos de fijación, acabados, lubricantes, deben seleccionarse de forma que sean compatibles con los otros materiales que estén en contacto con ellos y con las funciones y uso del conjunto en que se instalan.
- Fatiga (tracción); Los fallos por fatiga a tracción son complejos y, por tanto, se precisa una selección muy cuidadosa de los materiales, configuración, procesos de fabricación, acabados, lubricantes, piezas acopladas y procesos de instalación requeridos. Los materiales fundidos en vacío son empleados para mejorar la vida de los elementos de fijación. Las roscas fabricadas por laminación en frío y con grandes radios de acuerdo en el fondo y en las zonas de acuerdo vástago cabeza, reducen la concentración de tensiones y mejoran sustancialmente la resistencia a la fatiga.
- Fatiga (cortadura); Aunque muchos elementos de fijación se aplican donde las cargas primarias son de cortadura, se producen fallos de fatiga como consecuencia de cargas secundarias de tracción o flectores. En tales casos, deben de utilizarse realizando montajes con aprieto en los agujeros.
- Si se requiere resistencia a las altas temperaturas, debe de considerarse la resistencia del material durante la presencia de las mismas y posteriormente.
- Permeabilidad magnética; en, o cerca de, ciertos equipos (brújulas u otros sistemas de control direccional) la permeabilidad magnética de los elementos constituye una característica crítica.
- Compatibilidad con los fluidos; el acabado o el lubricante a aplicar al material de un elemento de fijación debe de ser tenido en cuenta cuando pueda estar en contacto con otros fluidos, empleados en el avión.

- Disponibilidad; considerar la posibilidad de la existencia de mas de un suministrador de los elementos de fijación, es un aspecto a tener en cuenta, tanto por la posibilidad de conseguir mejores precios como consecuencia de la competitividad, como en la de ajustar los plazos de entrega y la disponibilidad de repuestos.
- Almacenamiento; considerar las ventajas de tener o no tener grandes aprovisionamientos en planta. Tener en cuenta la vida y forma de almacenamiento, por ejemplo los remaches de 2024-T31 (DD) conservan durante corto tiempo sus características cuando se extraen de los frigoríficos.
- Instalación; la disponibilidad de equipo apropiado, su facilidad de compra y fiabilidad, consideraciones sobre si la instalación puede realizarse de forma automática o no, el control de pares de aprieto para los tornillos, etc. son factores a tener en cuenta.
- En el proceso de diseño, se debe de considerar la relación entre costo, peso y función para determinar la elección de los elementos de unión mas adecuados. En aplicaciones militares, la necesidad de disponer de equipo de tierra puede tener una gran incidencia, dándose mayor importancia al costo que a la importancia del peso. Cuando se requieren estructuras desmontables, los elementos de unión quedan reducidos a los tornillos. La falta de acceso, conduce al empleo de remaches y tornillos ciegos, o la colocación previa de tuercas enjauladas remachadas, para poder usar tornillos.

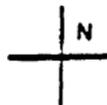
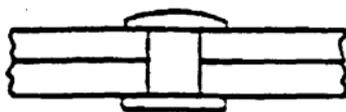
Indicaciones en los dibujos de elementos de fijación

La importancia que adquieren los elementos de fijación en cualquier estructura aeronáutica, su número y diversidad, obliga a que tanto en los planos de fabricación como en los de reparación sea necesario el establecer sistemas que ayuden a la identificación precisa de los elementos, al conocimiento de su posición exacta y a la forma de instalación.

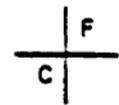
Para la identificación de los elementos de fijación el método mas utilizado en aviones es el conocido como código NAS y definido por la norma americana NAS 523. Consiste en un símbolo en forma de cruz cuyo centro coincide con la situación del centro del elemento de fijación, en cada cuadrante de la cruz se sitúan los códigos de identificación del elemento, diámetro y colocación de la cabeza, longitud y datos de forma de avellanado. Todo ello se muestra en la figura siguiente.



En las figuras siguientes se explican los significados de los distintos códigos



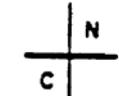
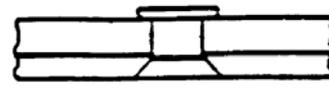
Cabeza preformada situada en el lado mas próximo al observador



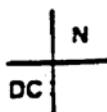
Cabeza preformada situada en el lado mas alejado al observador



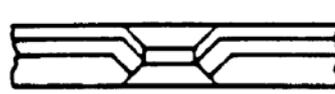
Cabeza preformada situada indistintamente. Ambas chapas están avellanadas



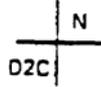
Cabeza preformada situada en el lado mas próximo al observador



Cabeza preformada situada en el lado mas próximo al observador. Chapa superior avellanada para acomodar el embutido de la chana inferior



Cabeza preformada situada indistintamente. Las dos chapas superiores embutidas, la chapa inferior avellanada



Cabeza preformada situada en el lado mas próximo al observador. Las dos chapas inferiores embutidas

El código para especificar la forma en que se realiza el alojamiento para las cabezas de los remaches de cabeza cónica escondida, cuando solo se hace por un lado de las chapas, se establece con la utilización de una sola línea de texto con no mas de tres caracteres.

Embutido de la chapa superior intermedia e inferior avellanada

D2C

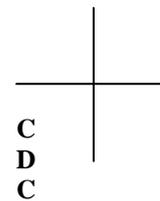
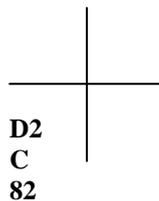
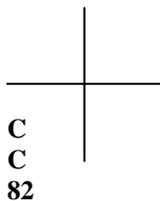
Avellanado independiente del espesor de chapas y nº de afectadas

C

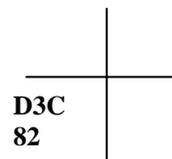
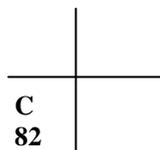
Chapas con embutido en la cara interior y la exterior

D2

Para remaches con la cabeza embutida por los dos lados, el código consiste en tres líneas de texto. La primera indica el embutido o avellanado para la cabeza. La segunda indica el embutido o avellanado del otro extremo. La tercera el ángulo nominal de este extremo.



Para remaches con cabeza saliente y con la parte a formar enrasada, el código debe consistir en dos líneas de texto. La primera indica la operación de avellanado o embutido en el extremo a formar, y la segunda que el ángulo es de 82°.

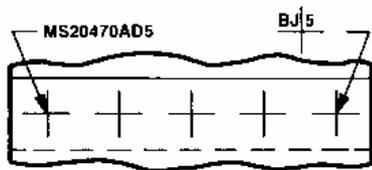


Como reglas generales para la realización e interpretación de los dibujos deben de seguirse las siguientes:

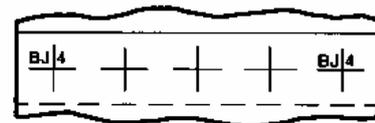
- El centro de cada elemento de fijación se coloca solo una vez en el dibujo.
- La situación de los centros no se realiza cuando existan distintas configuraciones de piezas, mostrando duplicaciones. Una excepción la constituye el hecho de que si existen varias piezas idénticas en la misma configuración, la localización se realiza sobre todas.

- La situación de elementos de fijación sobre piezas planas se realiza en verdadera magnitud.
- Los remaches se pueden nombrar indistintamente por el P/N o por su código.
- Solo es necesario identificar los extremos de una fila de remaches, indicando los intermedios con cruces.
- Cuando puedan surgir dudas de identificación como en el caso de cruce de filas y columnas, se deben de insertar los símbolos correspondientes en esos lugares
- La acotación del espaciado debe ser completa cuando la situación de cada elemento de fijación sea crítica.
- Los elementos finales en una fila o columna se deben de referenciar a los bordes físicos de las piezas o a los finales de filas adyacentes.
- En filas largas cuando la situación de elementos individuales no sea crítica, se indica la distancia de del espaciado entre centros de los primeros elementos y se continua con la notación de ETC.
- Para filas de aproximadamente doce elementos, con distancias iguales o cercanas a cuatro veces el diámetro del elemento, o filas de alrededor de siete pulgadas de longitud, el espaciado puede realizarse indicando la situación de los extremos y señalando el numero de espacios iguales entre ellos.

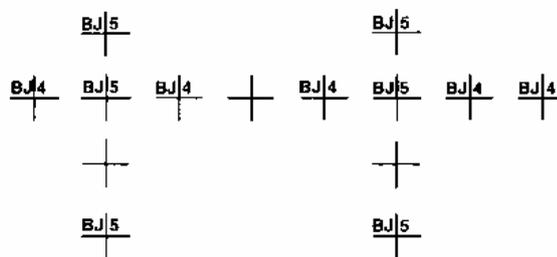
Ejemplos de representaciones



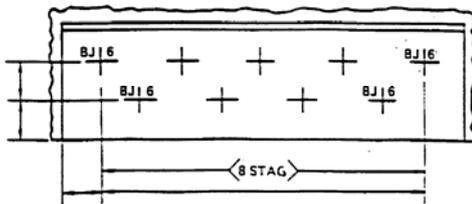
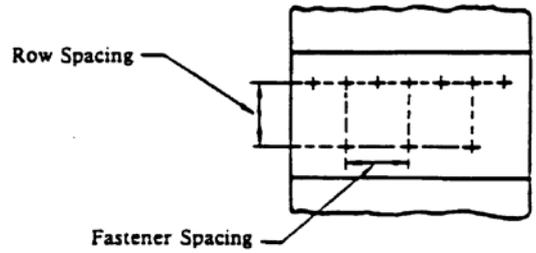
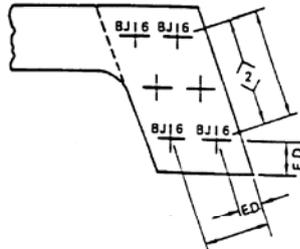
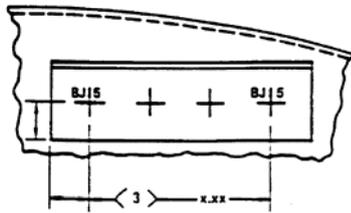
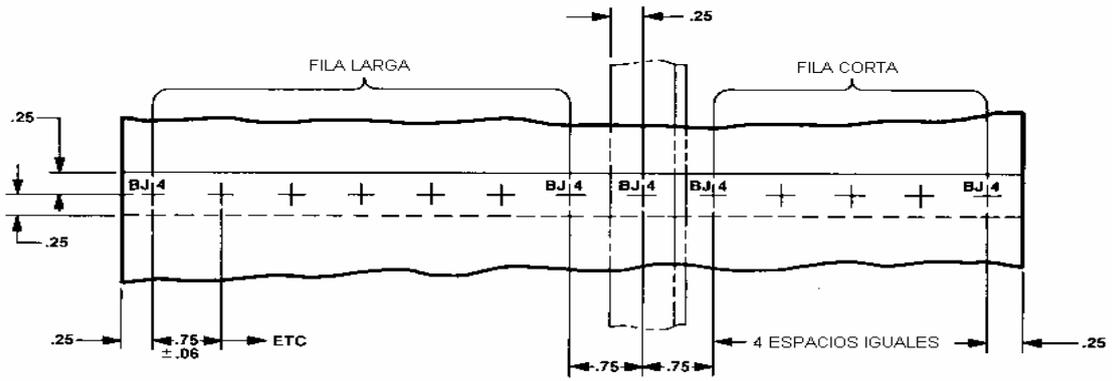
IDENTIFICACION POR PART NUMBER O POR CODIGO INDISTINTAMENTE



IDENTIFICACION DE LOS EXTREMOS DE UNA FILA



IDENTIFICACION CUANDO SE CRUZAN FILAS Y COLUMNAS, CON TIPOS DE REMACHES DISTINTOS



Ejemplos de códigos

CODIGOS DE REMACHES		
PART NUMBER DEL REMACHE	MATERIAL	CODIGO
MS24070A (CABEZA UNIVERSAL)	1100	BH
MS24070AD (CABEZA UNIVERSAL)	2117	BJ
MS24070B (CABEZA UNIVERSAL)	5056	BK
MS24070BD (CABEZA UNIVERSAL)	2024	CX
NAS1321AD (CABEZA UNIVERSAL)	2117	VL
MS20615M (CABEZA UNIVERSAL)	MONEL	LN
NAS1198 (CABEZA UNIVERSAL)	A286	MM
MS20426A (CABEZA ESCONDIDA)	1100	BA
MS20426AD (CABEZA ESCONDIDA)	2117	BB
MS20426B (CABEZA ESCONDIDA)	5056	BC
MS20426DD (CABEZA ESCONDIDA)	2024	CY
MS20427M (CABEZA ESCONDIDA)	MONEL	BF
NAS1097AD (CABEZA ESCONDIDA)	2117	IZ
NAS1097DD (CABEZA ESCONDIDA)	2024	MC
NAS1199 (CABEZA ESCONDIDA)	A286	MN

CODIGOS PARA LOCKBOLTS EN ACERO			
LOCKBOLT	COLLAR	DIMENSION	CODIGO
NAS1465 - NAS1468 (C. EXTERIOR)	NAS1080	5/32, 3/16, 1/4	DT
NAS1475 - NAS1478 (C. ESCONDIDA)			JH
NAS1456, NAS1458 (C. ESCONDIDA)		3/16, 1/4	DW
NAS1446 - NAS1452 (C. EXTERIOR)	NAS1080C	3/16, 1/4, 5/16, 3/8	DX
NAS1470 - NAS1472 (C. EXTERIOR)	NAS1080P	5/16, 3/8	DT
NAS1460 - NAS1462 (C. ESCONDIDA)			DW
NAS1480 - NAS1482 (C. ESCONDIDA)			JH

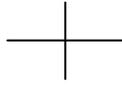
CODIGOS PARA HI-LOK				
VASTAGO	MATERIAL	TIPO CABEZA	TUERCA O COLLAR	CODIGO
HL325	ACERO	ESCONDIDA	COLLAR HL386	XAJ
			TUERCA MS21042, ARANDELA NAS1252	XBS
HL326	ACERO	SALIENTE PARA TENSION	COLLAR HL386	XAK
			TUERCA MS21042L, ARANDELA NAS1252	XCS
HL328	ACERO	SALIENTE PARA CORTADURA	COLLAR HL386	XAL
			TUERCA MS21042, ARANDELA NAS1252	XAG
HL329	ACERO	ESCONDIDA PARA CORTADURA	COLLAR HL386	XAM
			TUERCA MS21042, ARANDELA NAS1252	XBV

Norma europea para la representación de remaches en equipos aeroespaciales

En el año 1978, se publicó en Europa la norma EN 2544 que difiere ligeramente de la norma americana NAS 523.

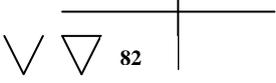
En las figuras siguientes se muestran las codificaciones adoptadas.

Símbolo básico

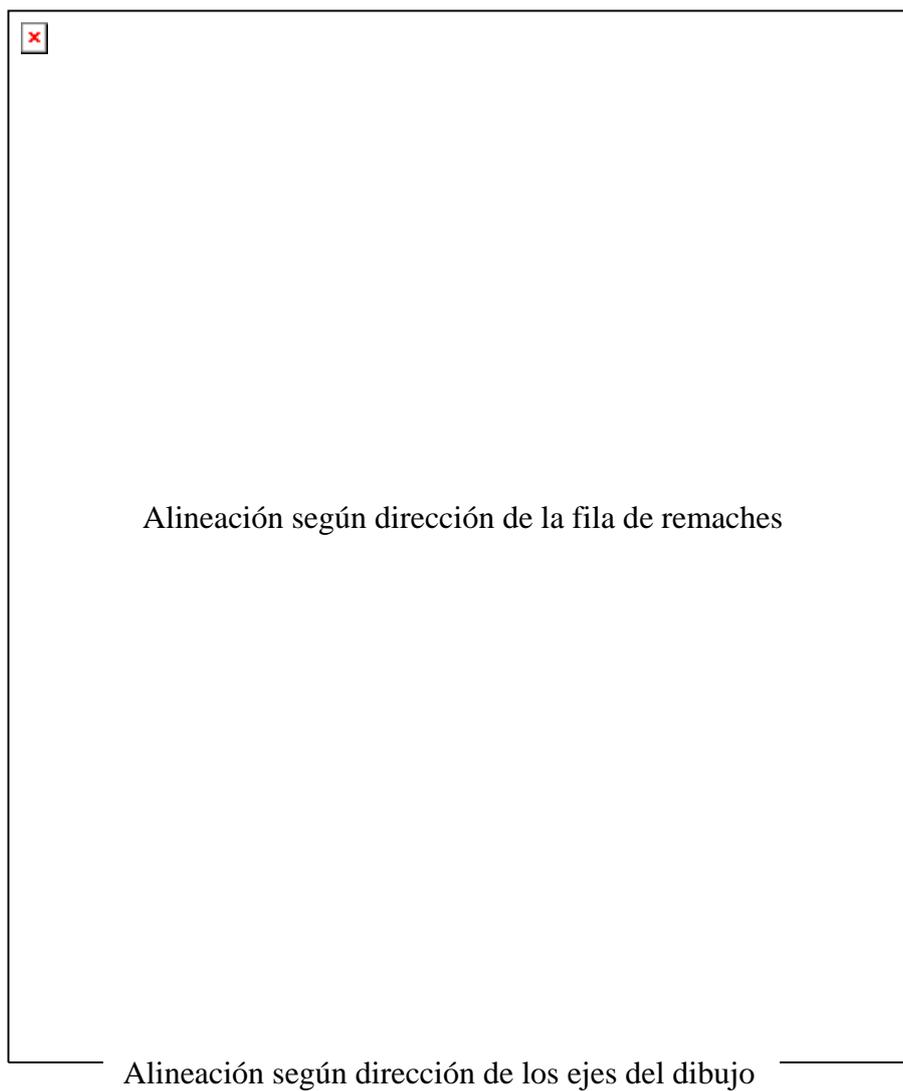


Indicaciones

Indicaciones en el cuadro superior izquierdo	
Símbolo	Significado
	Remache macizo 23 ó R23 = Remache identificado como 23 en la lista de piezas
	Remache para composite 32 ó R32 = Referencia numérica del remache en la lista de piezas ó en la tabla. 35 = Referencia numérica del manguito en la lista de la tabla
Indicaciones en el cuadrante superior izquierda	
	Cabeza preconformada; en el lado dibujado
	Cabeza preconformada, en el lado opuesto
Indicaciones en el cuadrante inferior izquierda	
	Avellanado a 100°, lado dibujado
	Avellanado a 82°, lado opuesto
Embuticiones	
	Embutido a 100°, lado dibujado
	Embutido a 82°, dos chapas, lado opuesto
	1ª chapa embutida a 100°, lado dibujado 2ª chapa avellanado a 100°, lado dibujado

	<p>1ª chapa embutida a 82°, lado dibujado 2ª chapa avellanada a 82°, lado dibujado</p>
Cuadrante inferior derecho: sin información	

Alineación de las cruces en los dibujos



Las indicaciones pueden hacerse dentro del dibujo, si hay espacio disponible, o fuera de él, haciendo referencia con un flecha.

Articulaciones

Funciones: Las articulaciones se pueden utilizar en funciones estructurales o de mecanismos. Se entiende que realizan las primeras cuando el soporte de la articulación o puede sustituirse fácilmente para mantenimiento.

Alineación: En las articulaciones se consideran las auto alineables y los no auto alineables. Las primeras son aquellas en que solo existe la posibilidad de giro alrededor de la línea central del eje.

Por la forma de operar se consideran: estáticas, oscilantes y giratorias. Cuando la rotación alrededor de la línea central del eje es mayor de 3° , se consideran oscilantes.

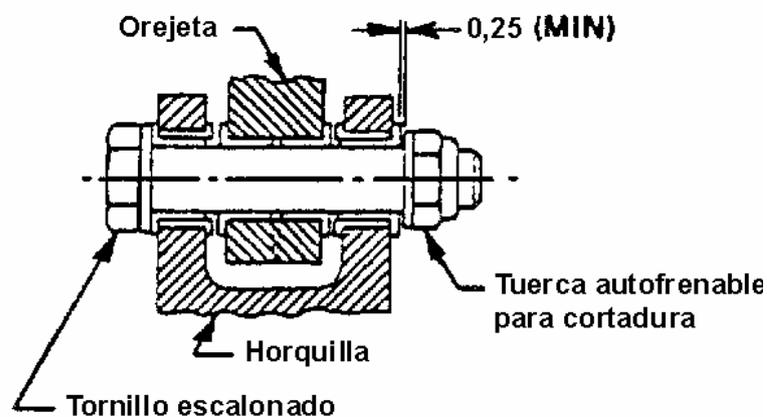
Cargas: Sobre una articulación pueden aplicarse los siguientes tipos de carga: Radial, axial, par, estáticas, dinámicas, oscilantes, giratorias.

Instalación: En cuanto a las posibilidades de instalación, se consideran las pinzadas y las no pinzadas. Son pinzadas aquellas en que se impide el giro de la rótula o del eje bajo el efecto de las cargas de diseño, son utilizadas con preferencia cuando se pretende controlar el movimiento en superficies deslizantes, cuando existen vibraciones y cuando el diámetro del eje es igual o menor de 20mm. En las no pinzadas por el contrario se permite el giro de la rótula o del eje sobre la horquilla

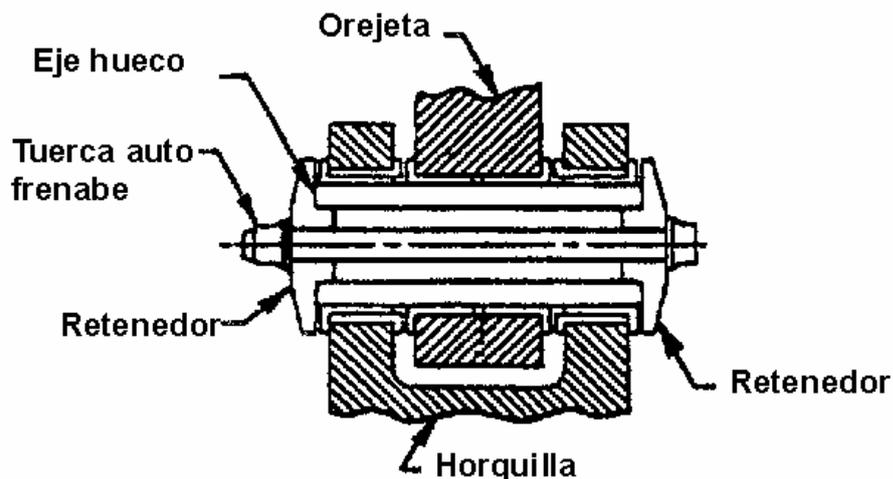
Componentes utilizados: Tornillo (eje), casquillos, cojinetes y herrajes.

Ejemplos de Articulaciones no autoalineables no pinzadas

Eje macizo

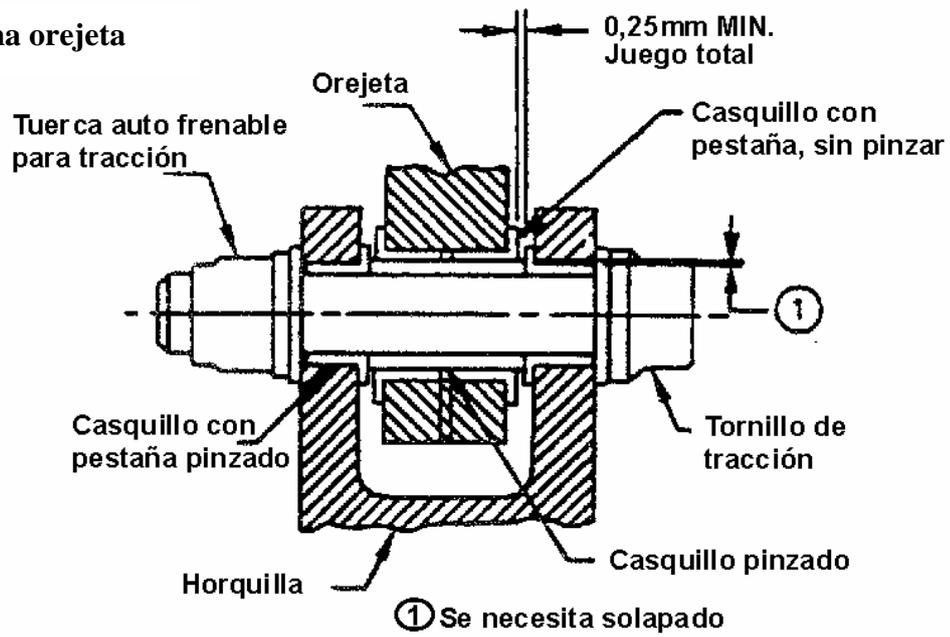


Eje hueco

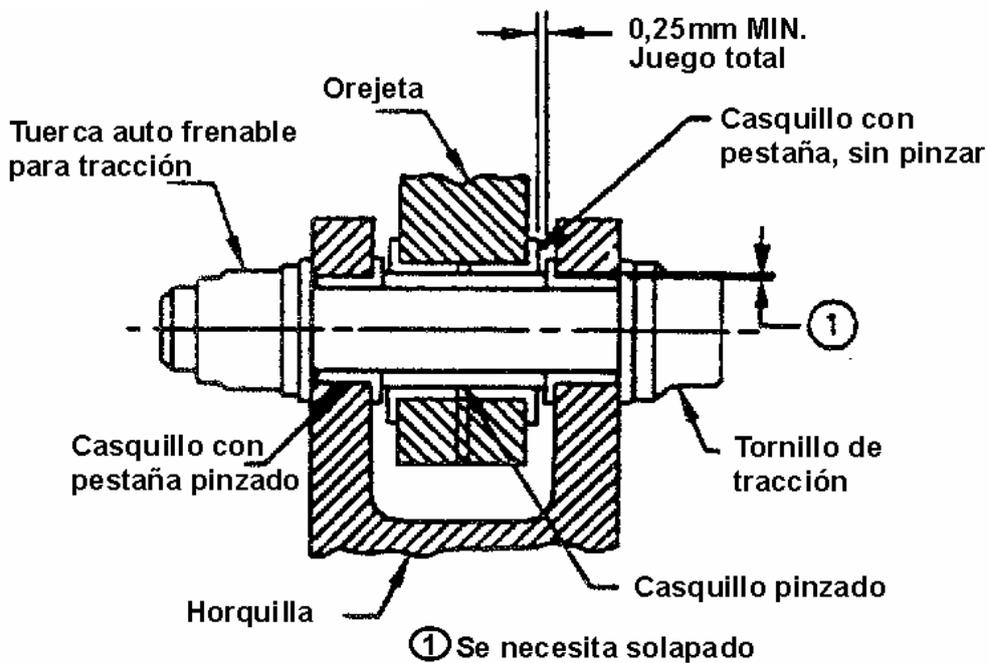


Ejemplos de articulaciones no autoalineables pinzadas

Pinzado en una orejeta

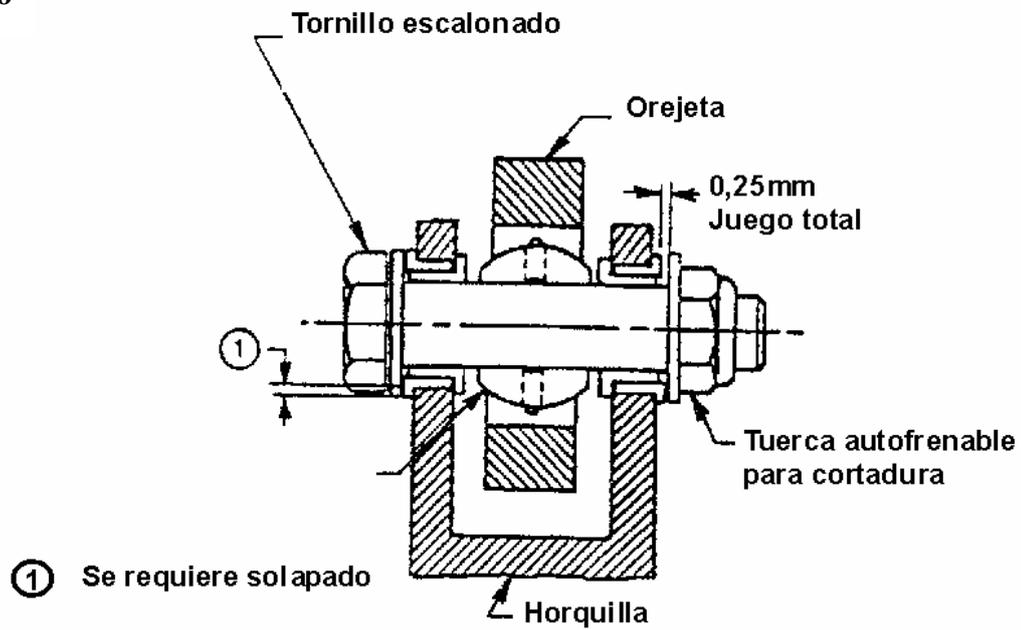


Pinzado en las dos orejetas

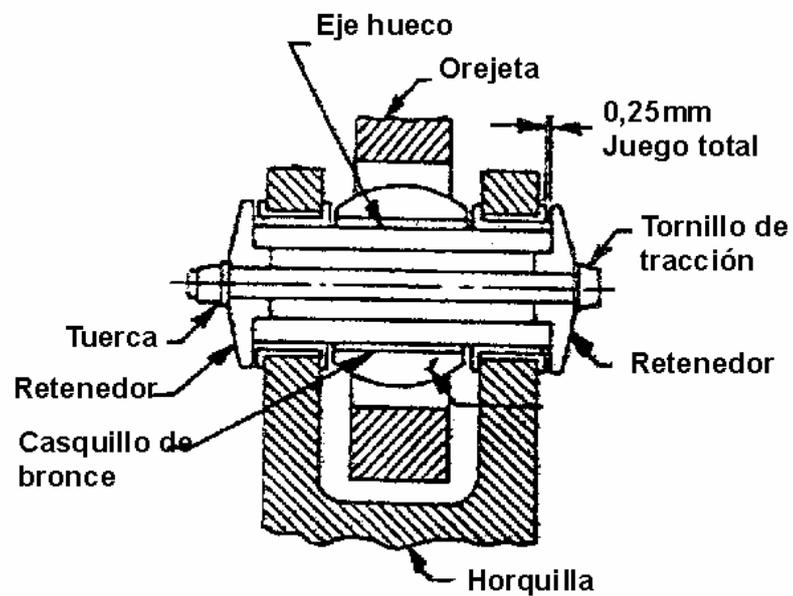


Ejemplos de articulaciones autoalineables no pinzadas

Eje macizo

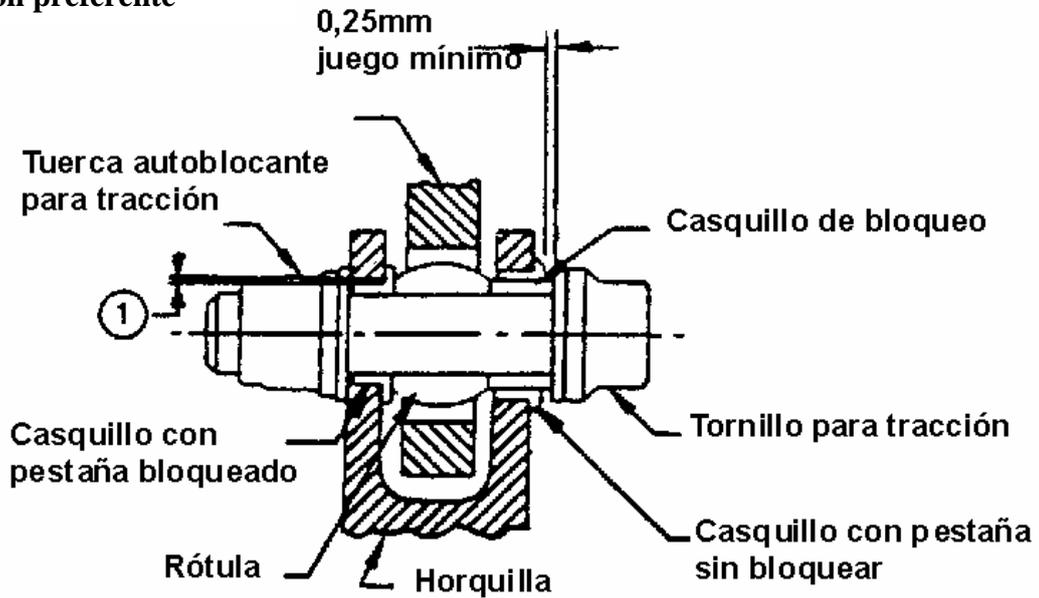


Eje hueco

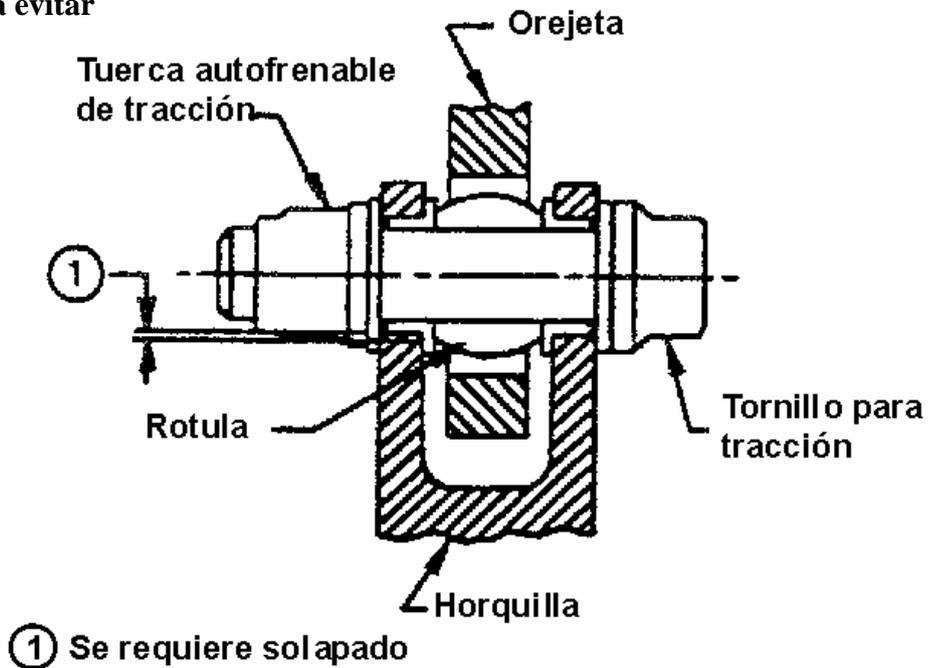


Ejemplos de articulaciones autoalineables pinzadas

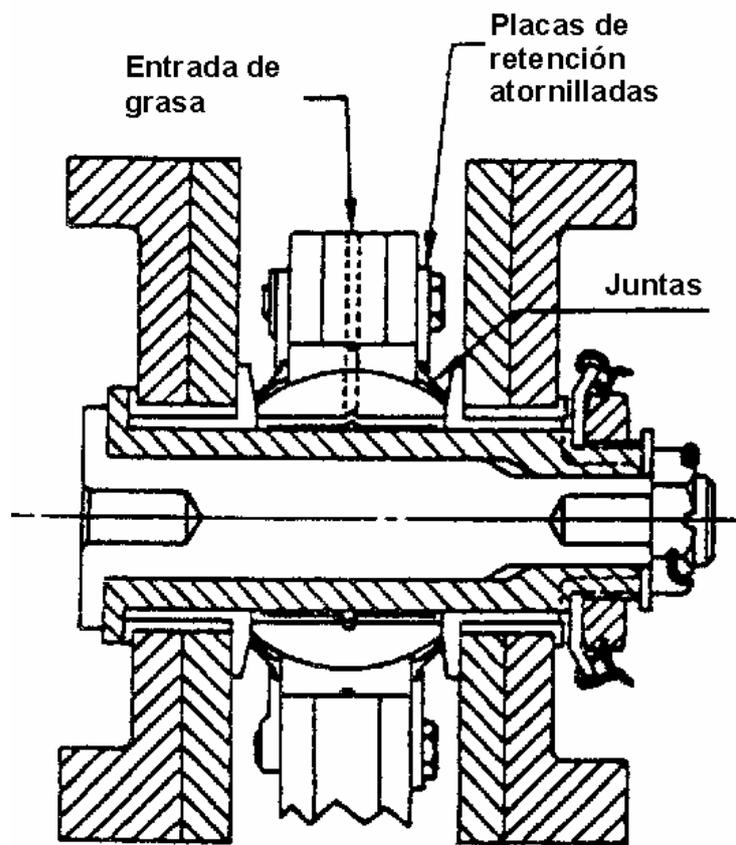
Pinzado en una orejeta.
Solución preferente



Pinzado en las dos orejetas.
Solución a evitar

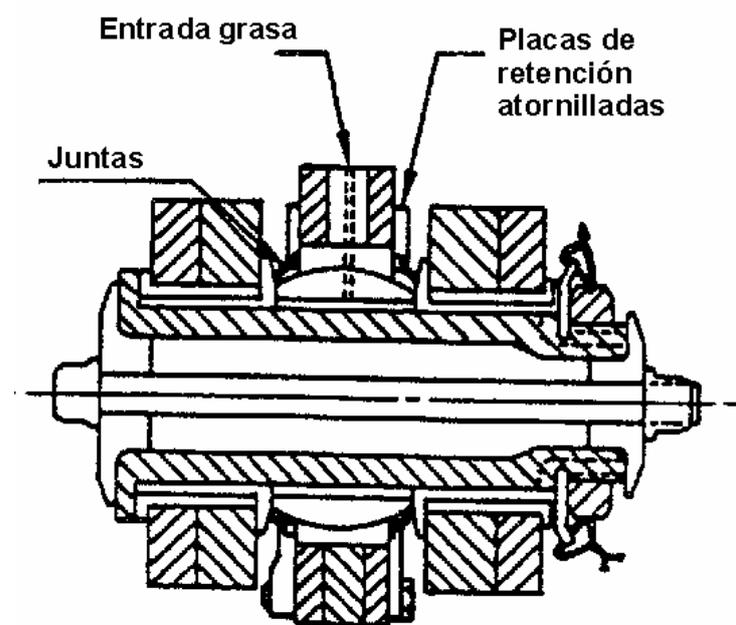


Doble eje



Doble eje

Eje hueco



Eje hueco

Fabricantes y suministradores

Air Industries, Garden Grove, CA. (714) 892 5571
Ameritech Fastener Mfg. Inc., Houston, TX (713) 939 7638
B&B Specialties Inc., Anaheim, CA. (714) 993 1600
BEK Level 1 Inc., Huntington, MN (304) 697 2323
Butler Inc., Gardena, CA (310) 323 3114
California Screw Products, Paramount, CA. (213) 633 6626
CBS Fasteners, Anaheim, CA (714) 779 6368
Champion Fasteners, Inc., Mount Holly, NJ (800) 755 2693
Fairchild Fasteners, Torrance, CA (310) 784 3453
Fastener Innovation Technology (FIT) Inc., Gardena, CA (310) 538 1 1 11
Fastener Technology Corp., N. Hollywood, CA. (818) 764 6467
Federal Manufacturing Corp., Chatsworth, CA **(818)** 341 9825
HI-Shear Corp., Torrance, CA (310) 326 81 1 0
Huck Aerospace Fasteners, Lakewood, CA (310) 421 3 71 1
Ideal Fasteners Inc., Anaheim, CA (714) 630 7840
J.I. Morris Co., Southbridge, MA (508) 764 4394
LFC Industries, Inc., Arlington, TX (817) 640 1322
Maney Aircraft, GS Aerospace Division, Ontario, CA (909) 390 2500
Mercury Aerospace Fasteners, N. Hollywood, CA (818) 982 4800
MS Aerospace, Burbank, CA (818) 953 9080
P.B. Fasteners, Gardena, CA (310) 323 6222
Pilgrim Screw Corp., Providence, RI (401) 274 4090
Quality Aircraft Screw, Corona, CA (909) 270 3 21 0
Rocket Air Supply, Inc., Arlington, TX (817) 640 5340
Saturn Fasteners, Burbank, CA (818) 846 7145
Screwcorp/Fairchild, City of Industry, CA (818) 369 3333
SPS Technologies, Jenkintown, PA (215) 572 3133
SPS Technologies-Western, Santa Ana, CA (714) 545 9311
Valley Todeco, Sylmar, CA (818) 367 2261
Van Petty, Inc., Newberry Park, CA (805) 498 4594
3V Fasteners, Corona, CA (909) 734 4391
West Coast Aerospace, Wilmington, CA (310) 518 3167