ENGINEERING DRAWING
Checker

LISTA GRATUITA

Lista de revisión de planos mecánicos: 150 preguntas antes de liberar

Por Fred Vierheller, ingeniero mecánico sénior, Certified SOLIDWORKS Professional · Actualizada el 3 de noviembre de 2026 · English version

La mayoría de los errores de un plano no son difíciles de encontrar. Son fáciles de pasar por alto. Esta es la lista que seguimos al revisar un plano, escrita para que un dibujante o un ingeniero la use con sus propios planos.

Cada punto es una pregunta con una respuesta corta: qué buscar, por qué importa y cuál suele ser la corrección. Las preguntas siguen ASME Y14.5-2018, salvo que digan otra cosa, y los ejemplos están en pulgadas, como los planos de clientes de Estados Unidos. Algunas, como el apilamiento de tolerancias o las holguras en movimiento, son preguntas de diseño. Las dejamos porque alguien tiene que hacerse cargo de ellas antes de liberar, pero quedan fuera de una revisión de planos.

Secciones

1. Cuadro de títulos, control de documentos y metadatos (20)
2. Vistas, proyección, escala y capas (20)
3. Acotación básica y sobreacotación (20)
4. Reglas y símbolos de GD&T (25)
5. Datums y marco de referencia de datums (20)
6. Barrenos, roscas y tornillería (15)
7. Acabado superficial, recubrimientos, tratamiento térmico y aristas (15)
8. Soldadura, lámina, ensambles y lista de materiales (15)

Además: las normas detrás de la lista y cómo hacer la revisión.

1. Cuadro de títulos, control de documentos y metadatos

Empiece aquí. Si el cuadro de títulos está mal, todas las hojas detrás de él son sospechosas.

1 ☐ **¿Se indica explícitamente la norma de acotación y su año de revisión en el cuadro de títulos o en las notas generales?**

Busque una nota como "INTERPRETAR COTAS Y TOLERANCIAS SEGÚN ASME Y14.5-2018". Sin ella, el taller tiene que adivinar qué reglas aplican, y las ediciones sí cambian: la de 2018 eliminó la concentricidad y la simetría, e ISO interpreta tamaño y forma distinto que ASME. Indique la norma y el año. Siempre.

2 ☐ **¿El cuadro de títulos indica proyección de primer o tercer ángulo, y el símbolo gráfico correspondiente es correcto?**

Revise que el símbolo de proyección (el cono truncado) esté en la hoja y dibujado para el método correcto. Los clientes de Estados Unidos trabajan en tercer ángulo; buena parte de Europa y Asia, en primer ángulo. Si el símbolo falta o está mal, la vista lateral derecha se lee como izquierda y la cavidad termina en la cara equivocada.

3 ☐ **¿El nombre de la pieza y el número de plano en el cuadro de títulos son idénticos al registro en el PDM/PLM y en SAP/lista de materiales?**

El número de plano y el nombre deben coincidir exactamente con el PDM y la lista de materiales, incluidos sufijos y números de guion. Un solo carácter distinto basta para que compras pida la pieza equivocada o el taller abra el archivo incorrecto. Compárelos lado a lado; no confíe en la memoria.

4 ☐ **¿La letra de revisión en el cuadro de títulos está actualizada y respaldada por una entrada completa en el bloque de revisiones?**

La revisión del cuadro de títulos debe coincidir con el renglón más reciente del bloque de revisiones, y el historial debe ir en orden y sin huecos. Cuando no coinciden, tarde o temprano alguien maquina la geometría vieja. Revise todas las hojas, no solo la primera.

5 ☐ **¿La tabla de revisiones incluye el número exacto de aviso de cambio (DCN) u orden de cambio de ingeniería (ECO)?**

Cada renglón de revisión debe citar la orden de cambio (ECO, ECN o DCN) que lo aprobó. Ese número es lo que permite a calidad y al cliente rastrear por qué cambió una cota. Un "REV B, SE ACTUALIZARON COTAS" no le dice nada a nadie.

6 ☐ **¿Está definido el bloque de tolerancias generales, y sus valores son adecuados para el proceso de fabricación?**

Primero revise que el bloque tenga valores. Un bloque que muestra ".XX ±" sin nada después del signo significa que ninguna cota sin tolerancia propia tiene tolerancia. Luego pregúntese si los valores van con el proceso: ±.005 en cotas de tres decimales es fácil para una CNC y apretado para una pieza soldada.

7 ☐ **¿Están definidas explícitamente en la hoja las unidades lineales y angulares?**

La hoja debe decir "SALVO INDICACIÓN CONTRARIA, COTAS EN PULGADAS" (o en milímetros), y los ángulos deben ir en grados. Si el plano trae doble acotación, tiene que quedar claro qué unidad manda. Una unidad confusa es la forma más rápida de fabricar una pieza 25.4 veces más grande.

8 ☐ **¿La escala de la hoja está anotada en el cuadro de títulos y coincide con la escala real de la ventana gráfica del CAD?**

La escala del cuadro de títulos debe coincidir con las vistas, y las vistas de detalle con escala propia deben llevarla bajo su etiqueta. Nadie debería medir un plano con regla, pero una escala equivocada confunde a quien juzga proporciones a ojo.

9 ☐ **¿Las cotas faltantes o no especificadas se marcan como fuera de escala (NTS) cuando se distorsionaron intencionalmente?**

Si una cota se modificó a mano o una vista se dibujó fuera de proporción a propósito, ASME pide subrayar el valor con una línea recta en lugar de poner "NTS". De cualquier forma, tiene que quedar marcado. Mejor todavía: corrija el modelo para que vista y número coincidan.

10 ☐ **¿El plano especifica el grado del material, la norma de especificación y el temple o condición?**

"ACERO" no es una especificación de material. Hace falta grado, norma y condición, por ejemplo "ALUMINIO 6061-T6 SEGÚN ASTM B221" o "ACERO 4140 RECOCIDO". El material lo decide el ingeniero de diseño; el plano tiene que indicarlo completo.

11 ☐ **¿Se especifica el acabado superficial por defecto en el cuadro de títulos o junto a él, para las superficies sin símbolo propio?**

Una nota como "TODAS LAS SUPERFICIES MAQUINADAS 125 µin Ra SALVO INDICACIÓN CONTRARIA" cubre las superficies sin símbolo. Sin ella, el acabado de esas caras queda indefinido. Revise que el valor tenga sentido para el proceso y que las caras críticas lleven su propio símbolo.

12 ☐ **¿El bloque de firmas está completo, con fechas, para el dibujante, el revisor y la aprobación de ingeniería?**

Los renglones de dibujó, revisó y aprobó deben tener nombre (o iniciales) y fecha antes de liberar. Las firmas vacías son de los hallazgos más comunes en planos que salieron con prisa. Además, le dicen al cliente que nadie revisó el plano.

13 ☐ **¿El cuadro de títulos incluye los avisos de propiedad intelectual, información confidencial y clasificación de seguridad que correspondan?**

Revise que esté la leyenda de confidencialidad que usa su empresa y cualquier marca de exportación o seguridad que pida el contrato. Si el plano trae información con control de exportación, esa marca importa mucho. Es una decisión legal de su empresa; la revisión solo confirma que la leyenda esté y esté vigente.

14 ☐ **¿Las normas comerciales o militares se citan con su número de documento completo y su nivel de revisión?**

Notas como "PINTAR SEGÚN MIL-PRF-85285" o "PASIVAR SEGÚN ASTM A967" necesitan el número completo, y tipo, clase o revisión cuando la norma los tiene. "Según especificación" sin número no obliga a nadie. Confirme también que la norma siga vigente.

15 ☐ **¿El formato del archivo CAD y la versión del software nativo quedan registrados en los metadatos del documento?**

Algunas empresas anotan el sistema CAD y su versión en el cuadro de títulos o en las propiedades del plano. Ayuda cuando alguien abre el archivo años después. Es una regla de la empresa, no de ASME: revísela solo si su manual de dibujo la pide.

16 ☐ **¿Se incluye el peso o la masa en el cuadro de títulos, y corresponde al modelo físico real?**

Si el cuadro de títulos tiene campo de peso, debe salir de las propiedades de masa del modelo con el material correcto asignado. Un modelo con el material por defecto da un peso falso, y puede que alguien decida embarque o maniobras con ese dato. Mejor vacío que equivocado.

17 ☐ **¿El tamaño de hoja está bien asignado en la configuración de página y en el marco?**

La letra de tamaño (A, B, C, D) en el cuadro de títulos debe coincidir con el formato real. El error aparece cuando alguien cambia el tamaño de hoja y olvida la plantilla. Parece menor hasta que un proveedor imprime un plano tamaño D en hoja B y no puede leer las notas.

18 ☐ **¿Se citan en las notas generales las especificaciones de empaque, embolsado o preservación?**

Las piezas que se oxidan, se rayan o tienen superficies de precisión suelen necesitar una nota de empaque o preservación, por ejemplo "EMBOLSAR E IDENTIFICAR INDIVIDUALMENTE" o un inhibidor de corrosión. Si al cliente le importa, póngalo en el plano o en la orden de compra. No lo deje a la costumbre del proveedor.

19 ☐ **¿Hay conflicto entre las reglas de dibujo de la empresa y las normas de dibujo que exige el cliente?**

Cuando el cliente tiene su propio manual de dibujo, normalmente manda, y puede chocar con su plantilla en el cuadro de títulos, las unidades o las tolerancias generales. Decida cuál rige y dígalo en el plano. Mezclar las dos es como se termina con dos bloques de tolerancias.

20 ☐ **¿Las cotas de referencia están identificadas claramente entre paréntesis para evitar doble tolerancia?**

Las cotas de referencia van entre paréntesis, o con "REF", y no llevan tolerancia. Sirven solo de información, como una longitud total que las demás cotas ya definen. Si a una le faltan los paréntesis, el taller la tratará como cota con tolerancia y la misma longitud queda controlada dos veces.

2. Vistas, proyección, escala y capas

¿Alguien que nunca ha visto el modelo puede imaginar la pieza con estas vistas?

21 ☐ **¿Las vistas proyectadas concuerdan con la convención de primer o tercer ángulo especificada?**

Ponga las vistas lado a lado y confirme que se alinean y se leen bien para la proyección declarada. En tercer ángulo, la vista lateral derecha va a la derecha de la frontal. Si una vista se movió o se giró al acomodar la hoja, márquela con claridad o regrésela a su lugar.

22 ☐ **¿La geometría del plano 2D coincide con el modelo CAD 3D, sin cotas sobrescritas a mano?**

El plano debe salir del modelo. Busque cotas cuyo valor se tecleó encima (SolidWorks las muestra de otro color): el plano dice una cosa y el archivo de CAM otra. Cada valor sobrescrito es una discusión futura con el taller.

23 ☐ **¿Las vistas de detalle están etiquetadas con una letra de identificación y su escala?**

Cada detalle necesita una letra en la vista de origen, una etiqueta como "DETALLE A" y su escala ("ESCALA 4:1"). Revise que la letra no se repita en un corte o un datum del mismo plano. Evite I, O y Q, que se confunden con números.

24 ☐ **¿Las vistas auxiliares se proyectaron perpendiculares a las superficies inclinadas, para mostrar forma y tamaño reales?**

Las caras inclinadas no salen en verdadera magnitud en las vistas estándar. Una vista auxiliar proyectada a escuadra con esa cara da la forma real, y así se pueden acotar bien los barrenos que tiene. Acotar una elipse escorzada es un atajo común. También está mal.

25 ☐ **¿Los cortes están bien indicados, con líneas de corte etiquetadas y flechas de dirección?**

Un corte necesita la línea de corte con flechas que indiquen hacia dónde se mira, letras en ambos extremos y una etiqueta como "CORTE B-B". Revise que las flechas apunten hacia donde realmente mira el corte. Una flecha al revés voltea la vista.

26 ☐ **¿Las líneas ocultas se muestran con claridad en las vistas donde hace falta aclarar la geometría interna?**

Muestre líneas ocultas cuando expliquen algo que las visibles no pueden, como un barreno ciego o una ranura interior. Muchas veces un corte lo hace mejor. La pregunta es: ¿alguien entendería el interior con esta vista sola?

27 ☐ **¿Se omiten las líneas ocultas en ensambles complejos o en cortes, para no saturar la vista?**

En ensambles cargados y en cortes, las líneas ocultas casi siempre estorban. Quítelas, salvo que muestren algo que de otro modo se perdería. Una vista que nadie puede leer no le sirve a nadie.

28 ☐ **¿Las líneas de centro y marcas de centro están bien colocadas en todos los elementos cilíndricos, círculos de barrenos y ejes de simetría?**

Cada barreno y cada elemento cilíndrico debe llevar línea o marca de centro, y los círculos de barrenos deben mostrar su círculo. Sin marcas de centro cuesta ver de dónde salen las cotas. Revise también que no queden marcas sueltas de elementos que ya se borraron.

29 ☐ **¿La geometría está en capas adecuadas del CAD, y no en la capa 0 o en capas de construcción?**

Esto aplica sobre todo a planos estilo AutoCAD. La geometría en la capa 0 o en una capa de construcción puede imprimirse mal, o no imprimirse. En SolidWorks, revise en cambio que los croquis y la geometría auxiliar estén ocultos en el plano final.

30 ☐ **¿Los grosores y tipos de línea siguen ASME Y14.2M o ISO 128?**

Las líneas visibles van gruesas; las ocultas y de centro, delgadas, según ASME Y14.2 (la edición actual ya no lleva la "M"). Si todo sale con el mismo grosor, el plano impreso cuesta leerlo. Revise una impresión real, no solo la pantalla.

31 ☐ **¿Se incluye una vista isométrica 3D en la hoja para ayudar a fabricación a visualizar geometría compleja?**

No es obligatoria, pero ayuda mucho en piezas complejas, sobre todo a talleres que cotizan rápido. Hágala pequeña, márquela como referencia si quiere y no la acote. Una imagen ahorra una llamada.

32 ☐ **¿Los patrones de achurado de los cortes son adecuados para el material?**

ASME permite usar el achurado general para todos los materiales e indicar el material en el cuadro de títulos. Los patrones por material son opcionales. Lo que importa es la consistencia: la misma pieza debe llevar el mismo achurado en todos los cortes de la hoja.

33 ☐ **¿Los componentes de pared delgada se muestran con sección rellena en lugar de achurado?**

Las secciones muy delgadas, como empaques, lámina o paredes finas, pueden ir rellenas en negro. Las piezas delgadas que se tocan necesitan un pequeño espacio en blanco entre ellas para que se lean como piezas separadas.

34 ☐ **¿Los cortes parciales definen su límite con una línea delgada continua e irregular?**

Un corte parcial necesita una línea de rotura delgada, a mano alzada, y debe quedar dentro del contorno de la pieza. Si el límite no se ve claro, el lector no sabe dónde termina el corte.

35 ☐ **¿Las vistas removidas están en un lugar lógico respecto a la vista de origen y bien alineadas?**

Una vista o corte removido debe ir cerca de donde se toma, conservar su orientación cuando se pueda y llevar etiqueta. Si va en otra hoja, indique hoja y zona de origen. Buscar el "CORTE C-C" en seis hojas le quita tiempo al taller.

36 ☐ **¿El texto del plano escala bien y se lee al imprimirse o al exportarse a formatos estándar como PDF vectorial?**

Exporte el PDF e imprímalo a tamaño real. El texto debe verse nítido con zoom, y las notas más chicas deben leerse en papel. ASME Y14.2 da alturas mínimas de letra; para notas es común .12 pulgadas (3 mm).

37 ☐ **¿Hay entidades duplicadas o encimadas en el CAD que generen líneas dobles al exportar?**

Las entidades duplicadas salen como líneas gruesas o dobles al exportar y confunden a quien mide sobre un DXF. En AutoCAD, OVERKILL las limpia. En SolidWorks suelen ser líneas de croquis olvidadas que quedaron visibles en el plano.

38 ☐ **¿La geometría del espacio modelo se mantiene a escala 1:1 antes de aplicar la escala de la ventana gráfica?**

En flujos de AutoCAD, la geometría se dibuja a tamaño real en el espacio modelo, y la escala solo se aplica en la ventana gráfica. Si alguien escaló la geometría misma, toda medida tomada del modelo saldrá mal. SolidWorks lo resuelve solo, siempre que el modelo esté bien.

39 ☐ **¿Las líneas fantasma se usan correctamente para mostrar posiciones alternas, piezas adyacentes o elementos repetidos?**

La línea fantasma (raya larga y dos cortas) muestra posiciones alternas, piezas vecinas y detalles repetidos. Revise que no se use donde va una línea oculta o de centro. Mezclar tipos de línea vuelve ilegible un ensamble.

40 ☐ **¿Las líneas de rotura se usan bien en piezas largas y uniformes para reducir el espacio en la hoja?**

Las piezas largas de sección constante se pueden acortar con líneas de rotura. La cota de longitud total debe seguir mostrando el valor real. Revise que ningún elemento quede dentro del tramo eliminado.

3. Acotación básica y sobreacotación

Cada elemento necesita tamaño y ubicación, una sola vez y desde el lugar correcto.

41 ☐ **¿Falta alguna cota funcional necesaria, dejando ambigua la ubicación, el tamaño o la extensión de un elemento?**

Es la revisión más importante de la lista, y la que el software más se salta. Para cada elemento, pregúntese: ¿puedo sacar su tamaño, su ubicación y su extensión de lo que está en la hoja? Si el taller tiene que medir el modelo o adivinar, falta una cota.

42 ☐ **¿El plano está sobreacotado, con cadenas cerradas de tolerancias que dejan ambigua la fabricación?**

Cuando la misma distancia se puede obtener de dos formas, por ejemplo tres cotas en cadena más la total, las tolerancias se pelean. El taller no puede cumplir ambas. Haga una de ellas cota de referencia o quítela.

43 ☐ **¿Las cotas parten de los elementos funcionales de referencia y no de aristas arbitrarias?**

Acote desde las superficies que importan para el funcionamiento: la cara de montaje, el barreno que la ubica. Acotar desde la arista que quedó a la mano pone la tolerancia en el lugar equivocado. Los datums y las cotas deben contar la misma historia.

44 ☐ **¿Las cotas están en la vista que muestra el contorno o perfil real del elemento?**

Ponga la cota donde el elemento muestra su forma real. El diámetro de un barreno va en la vista donde se ve circular; el largo de una ranura, donde se ve la ranura. Acotar a líneas ocultas es señal de que está en la vista equivocada.

45 ☐ **¿Las líneas de extensión se cruzan entre sí o con líneas guía sin necesidad?**

Las líneas de extensión pueden cruzarse cuando no hay otra, pero las líneas de cota no deben cruzar nada. Acomode las cotas con la más corta junto a la pieza y la más larga por fuera. Es cuestión de legibilidad, y una vista desordenada se lee mal.

46 ☐ **¿Las cotas quedan fuera del contorno de la pieza, salvo donde la legibilidad pida ponerlas sobre la vista?**

Las cotas normalmente van fuera del contorno. Ponerlas sobre la vista está bien cuando queda más claro, por ejemplo en un corte cargado. Solo que no queden sobre el achurado ni crucen una línea visible.

47 ☐ **¿Se usan cotas en cadena sin considerar la acumulación de tolerancias a lo largo de la longitud total?**

En una cadena, cada tolerancia se suma a la siguiente, así que el último elemento puede moverse la suma de todas. Puede estar bien, pero debe ser una decisión y no un accidente. Si el elemento final importa, acótelo desde el inicio.

48 ☐ **¿Se aplica acotación en paralelo (desde un datum) donde hay que minimizar la acumulación de tolerancias?**

Acotar todo desde una misma referencia evita que la tolerancia se acumule. Úsela cuando los elementos deben mantener su posición respecto a una sola base. Con GD&T, la misma idea se vuelve cotas básicas más una tolerancia de posición.

49 ☐ **¿Las cotas básicas están encerradas en un rectángulo para indicar valores teóricamente exactos?**

Las cotas básicas son los valores exactos desde donde se miden las tolerancias de posición o de perfil. Van en recuadro y no llevan tolerancia propia. Una cota básica sin recuadro toma la tolerancia del cuadro de títulos, y el elemento queda controlado dos veces.

50 ☐ **¿Se repiten cotas en varias vistas para el mismo elemento?**

Cada cota debe aparecer una sola vez. Si un diámetro aparece en dos vistas, tarde o temprano se actualiza una y la otra no. Si de verdad quiere verlo en una segunda vista, póngalo como referencia.

51 ☐ **¿Se usan radios en arcos de menos de 180 grados y diámetros en círculos completos?**

Los arcos menores a un círculo llevan radio (R). Los círculos completos y los cilindros, diámetro (Ø). Un barreno acotado con radio es difícil de medir. Un redondeo acotado con diámetro no tiene sentido.

52 ☐ **¿Se usa el símbolo de radio esférico (SR) o diámetro esférico (SØ) en superficies esféricas?**

Los elementos esféricos llevan SR o SØ. Una R simple en una punta de bola se lee como radio de cilindro. Es un símbolo pequeño, pero en inspección hace diferencia.

53 ☐ **¿Los chaflanes están bien especificados, como longitud por ángulo o longitud por longitud?**

Un chaflán se da como longitud por ángulo (.030 X 45°) o como dos longitudes. En chaflanes a 45°, aclare si la medida es de un cateto o de ambos. Los de otros ángulos necesitan los dos valores con tolerancia, o el taller los hará a 45°.

54 ☐ **¿La conicidad o la pendiente se acotan con los símbolos y razones estándar de ASME Y14.5?**

La conicidad usa su símbolo y una razón (por ejemplo 0.2:1) con un diámetro en una ubicación definida. Las pendientes en caras planas usan el símbolo de pendiente. Una conicidad mostrada solo con varios diámetros en distintas estaciones casi siempre deja sin controlar la razón de cambio.

55 ☐ **¿Los cuñeros se acotan con la profundidad medida desde el lado opuesto del barreno o la flecha?**

En la flecha, la profundidad del cuñero se suele acotar desde el lado opuesto de la flecha; en la maza, desde el lado opuesto del barreno. Eso es lo que se puede medir de verdad. Una profundidad desde el eje teórico es difícil de inspeccionar.

56 ☐ **¿Las ranuras de alivio y los desahogos están completos, con ancho, profundidad y radios de esquina?**

Una ranura de alivio necesita ancho, profundidad (o diámetro) y radios. "Alivio estándar" solo sirve si cita qué norma. Las ranuras sin definir suelen ser justo donde se agrieta una flecha.

57 ☐ **¿Las cotas angulares llevan tolerancia explícita en lugar de depender de las tolerancias lineales del cuadro de títulos?**

Los ángulos también necesitan tolerancia. El cuadro de títulos suele dar una tolerancia angular general; revise que esté llena y sea adecuada. Los ángulos críticos pueden necesitar su propia tolerancia, o angularidad con un ángulo básico.

58 ☐ **¿Se supone la perpendicularidad implícita de 90 grados solo donde las líneas están dibujadas a escuadra y lo permite la norma?**

Las líneas dibujadas a 90° se toman como 90° con la tolerancia angular general. Para la mayoría de las aristas está bien. Donde el ángulo recto de verdad importa, use perpendicularidad a un datum.

59 ☐ **¿Las cotas conducidas que calcula el CAD están marcadas como referencia (REF) o entre paréntesis?**

Los valores que el CAD calcula a partir de otras cotas, como una longitud total, deben ir como referencia: entre paréntesis o con REF. Si una cota conducida parece cota normal, inspección rechazará piezas que en realidad están bien.

60 ☐ **¿Las tolerancias bilaterales desiguales están bien escritas, con las desviaciones positiva y negativa explícitas?**

Escriba las tolerancias desiguales con ambos límites, por ejemplo .500 +.005/-.000, y con el mismo número de decimales que la cota en pulgadas. Cuidado con un límite en cero que debía ser otro valor. Pasa más de lo que uno cree.

4. Reglas y símbolos de GD&T

Los marcos de control son pequeños, y un error pequeño en ellos cambia lo que pasa inspección.

61 ☐ **¿El marco de control sigue el orden correcto: símbolo, valor de tolerancia, modificadores y datums?**

El orden en un marco de control es fijo: símbolo geométrico, valor de tolerancia (con Ø si la zona es cilíndrica), modificadores y luego los datums en orden de precedencia. Los marcos armados a mano en el CAD a veces quedan desordenados. El software también deja omitir datums que el símbolo sí requiere.

62 ☐ **¿La condición de máximo material (MMC) se aplica solo a elementos de tamaño y nunca a superficies planas?**

MMC (Ⓜ) solo funciona en un elemento de tamaño: un barreno, un perno, una ranura, una lengüeta. Una cara plana no tiene tamaño, así que Ⓜ en la planitud o perpendicularidad de una cara plana no significa nada. Si lo ve, lo que procede es un valor de tolerancia real.

63 ☐ **¿La condición de mínimo material (LMC) se aplica correctamente donde hay que conservar espesor de pared o distancia al borde?**

LMC (Ⓛ) protege el material mínimo: piense en el espesor de pared alrededor de un barreno o la distancia al borde de un saliente. Se usa menos que MMC, así que cuando aparezca, confirme que fue intencional y no un clic equivocado.

64 ☐ **¿Se usa la zona de tolerancia proyectada (Ⓟ) en barrenos roscados o de ajuste a presión para evitar interferencia del sujetador?**

La zona proyectada (Ⓟ) lleva la tolerancia de posición hacia arriba del barreno roscado o de ajuste, donde realmente vive el tornillo o el perno. Sin ella, un barreno roscado un poco inclinado pasa inspección y aun así choca con la pieza que se monta. Revise que venga la altura proyectada.

65 ☐ **¿Se especifica el símbolo de elemento continuo (CF) cuando superficies interrumpidas funcionan como un solo elemento?**

CF le dice al lector que superficies interrumpidas, como dos apoyos en una flecha, se tratan como un solo elemento. Sin él, cada superficie se revisa por separado. Úselo cuando la función depende de que trabajen juntas.

66 ☐ **¿Se indica indebidamente concentricidad (◎) en un plano ASME Y14.5-2018, aunque se eliminó de la norma?**

La concentricidad se eliminó de ASME Y14.5 en 2018. Si un plano cita la edición 2018 y sigue usando ◎, cita un símbolo que la norma ya no tiene. Posición, cabeceo o perfil suelen resolverlo, y son más fáciles de inspeccionar.

67 ☐ **¿Se aplica simetría (⌯) de forma incorrecta en un plano ASME Y14.5-2018, donde debería usarse posición?**

La simetría también se eliminó en 2018. Posición en RFS o MMC, o perfil, controlan los elementos centrados. Un plano 2018 con el símbolo de simetría tiene que cambiar el símbolo o la edición que cita.

68 ☐ **¿Se aplica tolerancia de posición para ubicar elementos de tamaño respecto a un marco de referencia de datums definido?**

Posición es la forma normal de ubicar barrenos, pernos y ranuras. La ubicación debe salir de cotas básicas ligadas a los datums del marco. Si el barreno también está ubicado con ±, el plano lo controla dos veces.

69 ☐ **¿Se usa perfil de superficie en una cara plana para controlar ubicación y forma sin requerir tolerancia de tamaño?**

Perfil de superficie con datums puede controlar juntos la ubicación y la forma de una cara plana, sin ± en la distancia. La distancia se vuelve básica. A menudo sustituye a una cota ± más planitud, y se lee más fácil.

70 ☐ **¿Se usa perfil de línea en contornos no uniformes o 2D donde se requiere control por sección transversal?**

El perfil de línea controla las secciones una por una, lo que sirve para extrusiones y contornos donde cada rebanada importa. Si importa toda la superficie, use perfil de superficie. Elija según cómo funciona la pieza.

71 ☐ **¿Se aplica planitud a una superficie plana sin referir datums en el marco de control?**

La planitud controla solo forma, así que nunca lleva datum. Un marco de planitud con "A" es un error. Si necesita la cara referida a otra cosa, eso es paralelismo o perfil.

72 ☐ **¿Se aplica rectitud a un elemento de superficie o al eje/plano medio de un elemento de tamaño sin una distinción clara?**

La rectitud tiene dos formas. Un marco ligado a la superficie controla elementos lineales de la superficie. Un marco ligado a la cota de tamaño controla el eje y admite Ⓜ. Revise que la colocación en el plano corresponda a lo que quiso el diseñador.

73 ☐ **¿Se aplica circularidad (redondez) a secciones transversales individuales de superficies cilíndricas o esféricas?**

La circularidad revisa cada rebanada circular por separado, sin datum. Se usa en flechas y barrenos donde importa la redondez, como sellos y rodamientos. Debe ser más cerrada que la tolerancia de tamaño, o no aporta nada.

74 ☐ **¿Se usa cilindricidad para controlar al mismo tiempo circularidad, rectitud y conicidad en un cilindro?**

La cilindricidad junta circularidad, rectitud y conicidad en una sola zona. Es más difícil de inspeccionar que la circularidad, así que úsela solo donde todo el cilindro debe estar bien. No lleva datum.

75 ☐ **¿La perpendicularidad está referida a un plano o eje de datum válido en el marco de control?**

La perpendicularidad necesita al menos un datum, y ese datum tiene que existir en el plano. Revise que esté el símbolo de datum. Revise también que la tolerancia no sea cero en una cara plana: una tolerancia cero sin modificador no se puede fabricar ni medir.

76 ☐ **¿El paralelismo está referido a un plano o eje de datum primario o secundario?**

El paralelismo también necesita datum, normalmente una cara. Controla solo orientación, no ubicación. Si además importa la distancia entre las dos caras, hace falta una cota con tolerancia o perfil.

77 ☐ **¿Se usa angularidad con cotas básicas para controlar la orientación de una superficie o eje respecto a un datum?**

La angularidad necesita un ángulo básico y un datum. Un ± en el ángulo más angularidad es doble control. Úsela en caras o barrenos inclinados donde la orientación importa para la función.

78 ☐ **¿Se usa cabeceo circular para controlar las variaciones de la superficie durante una rotación completa de 360 grados?**

El cabeceo circular revisa cada rebanada mientras la pieza gira sobre su eje de datum. Detecta al mismo tiempo bamboleo y falta de redondez. Es común en flechas y poleas, y se revisa fácil con un indicador de carátula.

79 ☐ **¿Se aplica cabeceo total a toda una superficie a la vez para controlar forma, orientación y coaxialidad?**

El cabeceo total aplica a toda la superficie a la vez mientras la pieza gira. En la práctica es más estricto que el circular, porque también detecta conicidad y rectitud. Úselo donde todo el largo debe girar sin bamboleo, como el asiento de un rodamiento.

80 ☐ **¿Los modificadores de zona de tolerancia (estado libre Ⓕ, plano tangente Ⓣ) se aplican correctamente donde se especifican?**

Estado libre (Ⓕ) aplica a piezas flexibles medidas sin sujeción. Plano tangente (Ⓣ) controla solo el plano de contacto, no cada punto de la superficie. Los dos son válidos. Revise que cada uno se haya usado a propósito, porque relajan el requisito.

81 ☐ **¿Se reconoce RFS (independiente del tamaño del elemento) como condición por defecto en ASME Y14.5-2009 y 2018?**

Desde 1994, ASME toma RFS como condición por defecto, así que no lleva símbolo. Planos viejos a veces muestran Ⓢ; viene de la edición de 1982. Un plano 2009 o 2018 con Ⓢ en un marco de posición mezcla ediciones.

82 ☐ **¿Los modificadores de perfil dinámico se aplican correctamente para separar la tolerancia de forma del refinamiento de tamaño?**

El modificador de perfil dinámico (un triángulo, agregado en 2018) permite que el perfil controle la forma sin refinar también el tamaño. Es nuevo y muchos talleres no lo conocen. Si lo usa, asegúrese de que el proveedor sepa cómo inspeccionarlo.

83 ☐ **¿Se usa una tolerancia cero en MMC cuando se quiere aprovechar al máximo la tolerancia de posición según la variación de tamaño?**

Posición cero en MMC es válida en elementos de tamaño. Toda la tolerancia sale del bono conforme el barreno se aleja de su tamaño mínimo, así que el taller aprovecha todo el rango de tamaño. Es una decisión de diseño legítima; revise que los límites de tamaño se hayan fijado pensando en ella.

84 ☐ **¿Los símbolos de tolerancia estadística (ST) se aplican solo cuando los respalda un control estadístico de proceso (SPC) formal?**

El símbolo de tolerancia estadística (ST en un hexágono) solo tiene sentido cuando el proveedor lleva control estadístico de proceso en esa característica. El plano además debe traer una nota que lo explique. Sin SPC detrás, el símbolo solo confunde.

85 ☐ **¿Los marcos de control compuestos se distinguen correctamente de varios marcos de un solo segmento?**

Un marco compuesto (un símbolo, dos renglones) deja flotar al patrón como grupo mientras los barrenos se mantienen cerrados entre sí. Dos marcos de un solo segmento se leen distinto. Asegúrese de que el plano use el que quiso el diseñador, porque el resultado de inspección cambia.

5. Datums y marco de referencia de datums

Los datums le dicen al inspector cómo sostener la pieza. Si están mal, piezas buenas salen rechazadas.

86 ☐ **¿El datum primario se eligió con base en la superficie funcional principal de montaje de la pieza?**

El datum primario debe ser la superficie que fija la orientación de la pieza al instalarse, normalmente la cara de montaje más grande. Si el plano hace primaria una cara lateral angosta y la pieza se atornilla sobre su cara grande, el montaje de inspección no corresponde a cómo trabaja la pieza. Pregunte al diseñador antes de cambiar letras.

87 ☐ **¿Los datums secundario y terciario establecen un marco de referencia espacial 3-2-1 totalmente restringido?**

Tres datums perpendiculares entre sí fijan los seis grados de libertad: tres puntos en el primario, dos en el secundario, uno en el terciario. Revise que los marcos de control citen suficientes datums para fijar el elemento. Una posición con solo el datum A deja girar al patrón.

88 ☐ **¿El símbolo de datum está colocado en la superficie y no en una línea de extensión, salvo cuando controla un eje?**

Para un plano, el símbolo de datum va en la superficie o en una línea de extensión claramente separada de la línea de cota. Para un eje o plano medio, va alineado con la cota de tamaño. La colocación es lo que le dice al lector cuál de los dos quiso.

89 ☐ **¿El símbolo de datum está alineado con la línea de cota cuando el datum es el eje de un elemento de tamaño?**

Cuando un barreno, una flecha o una ranura es el datum, el símbolo va alineado con su cota de tamaño o pegado a su marco de control. Así el datum es el eje o el plano medio. Pegado a una arista, significaría la superficie.

90 ☐ **¿Se definen datums de referencia (targets) en piezas irregulares o fundidas donde no es práctico el contacto de toda la superficie?**

En fundiciones, forjas y piezas en bruto, los targets (puntos, líneas o áreas pequeñas) le dicen al inspector exactamente dónde tocar la pieza. Sin ellos, cada dispositivo apoya en distintos puntos altos y da otro resultado. Cada target necesita ubicación básica.

91 ☐ **¿Un elemento cilíndrico se designa correctamente como eje de datum, con el símbolo bien colocado?**

Para hacer de un cilindro un eje de datum, el símbolo va en su cota de diámetro o en su marco de control. Revise que el cilindro sea lo bastante largo para orientar la pieza. Una cara delgada tipo rondana es un mal eje.

92 ☐ **¿Un patrón de barrenos se especifica como datum de grupo cuando ubica elementos secundarios?**

Un patrón de barrenos puede funcionar como un solo datum, por ejemplo con el símbolo de datum pegado a la nota "4X Ø.250" con su marco de posición. Corresponde a piezas que se ubican por sus barrenos de tornillo. Revise que el patrón esté controlado por posición antes de usarlo como datum.

93 ☐ **¿Se aplican modificadores de condición de material a las referencias de datum en los marcos de control donde el simulador de datum es móvil?**

Un modificador después de la letra de datum (como A-B Ⓜ) significa que el simulador puede desplazarse conforme el elemento se aleja de su tamaño. Eso agrega tolerancia y tiene que coincidir con cómo trabaja el gage. Omítalo, salvo que la pieza de verdad tenga ese juego en el ensamble.

94 ☐ **¿La precedencia de datums (primario, secundario, terciario) se mantiene igual en todos los marcos de control?**

Si un marco dice A|B|C y otro B|A|C, la misma pieza se monta de dos maneras. A veces es intencional, pero casi siempre es un error. Mantenga el orden igual, salvo que la función pida otra cosa.

95 ☐ **¿Se confunde el origen del sistema de coordenadas del modelo CAD con un marco de referencia de datums físico?**

El origen del CAD está donde el modelador empezó a dibujar. Al taller no le dice nada. Los datums deben ser elementos reales de la pieza, identificados con símbolos de datum.

96 ☐ **¿Se usan superficies inclinadas como datum sin cotas angulares básicas que las respalden?**

Un datum en una cara inclinada es válido, pero los demás elementos necesitan ángulos y cotas básicas desde él. Sin eso, nadie puede relacionar el datum inclinado con el resto de la pieza. Revise que el ángulo hacia los otros datums sea básico.

97 ☐ **¿Se identifica claramente un datum temporal de manufactura para operaciones intermedias de maquinado?**

A veces la pieza necesita una referencia temporal para la primera operación, como un apoyo de fundición que luego se maquina. Identifíquelo con claridad y diga si queda en la pieza terminada. Si no, inspección puede buscar un datum que ya no existe.

98 ☐ **¿Las piezas flexibles o no rígidas tienen una nota de sujeción especificada antes de la inspección de datums?**

El plástico delgado, la lámina y los tubos largos se deforman con su propio peso. Una nota de sujeción le dice al inspector cómo sostener la pieza ("SUJETAR EL DATUM A PLANO CON CARGA DISTRIBUIDA DE 10 LB"). Sin ella, la pieza pasa o no pasa según cómo la sostengan.

99 ☐ **¿Se establece la coplanaridad entre superficies separadas con perfil de superficie ligado a un datum?**

Dos caras separadas que deben quedar en un mismo plano, como las patas de montaje de una ménsula, se pueden controlar con perfil de superficie y una nota como "2 SUPERFICIES" o el símbolo de elemento continuo. Así se indica la coplanaridad en 2018. Revise que las caras estén bien identificadas.

100 ☐ **¿Los datums de referencia (targets) están acotados con cotas básicas desde los datums primarios existentes?**

Cada punto, línea o área de target necesita ubicación básica desde los otros datums. Un target sin cota es una suposición. El tamaño de las áreas de target también es básico.

101 ☐ **¿Se establece un plano medio de datum refiriendo caras planas paralelas opuestas?**

Dos caras paralelas opuestas pueden formar un plano medio, por ejemplo una ranura o una lengüeta. El símbolo de datum va alineado con la cota de ancho. Los planos medios son comunes en piezas simétricas, y la edición de Y14.5 importa para cómo se dibujan.

102 ☐ **¿Se definen los datums simulados para indicar a los inspectores cómo fijar la pieza?**

El elemento de datum está en la pieza; el simulador es el gage (una mesa de granito, un perno, un chuck). El plano define el datum con sus símbolos y marcos, y el inspector arma el simulador a partir de eso. Si se necesita un dispositivo especial, dígalo en una nota.

103 ☐ **¿Se especifica el diámetro de paso de la rosca como eje de datum cuando un elemento roscado funciona como datum?**

Por norma, una rosca usada como datum o controlada con GD&T aplica a su diámetro de paso. No hace falta escribir "PD". Solo confirme que eso es lo que quiso el diseñador.

104 ☐ **¿Se designa el diámetro mayor o menor como eje de datum cuando no se pretende usar el diámetro de paso?**

Si debe mandar el diámetro mayor o el menor en lugar del de paso, ponga "DIÁMETRO MAYOR" o "DIÁMETRO MENOR" bajo el marco o el símbolo de datum. Sin esa nota, aplica el diámetro de paso.

105 ☐ **¿Se repiten letras de datum en distintos elementos de la misma hoja, creando ambigüedad?**

Cada letra de datum debe usarse para un solo elemento en el plano. Reusar la "A" para una cara en la hoja 2 y para un barreno en la hoja 4 es un error común cuando se juntan planos viejos. Evite también I, O y Q.

6. Barrenos, roscas y tornillería

Las notas de barreno tienen una gramática fija. La mayoría de los hallazgos es una pieza faltante de ella.

106 ☐ **¿La nota del barreno especifica correctamente el diámetro de broca, la profundidad y el símbolo de profundidad?**

Una nota de barreno lleva el diámetro y, si es ciego, la profundidad con su símbolo, por ejemplo "Ø.250 ↧ .500". Los pasados dicen THRU (pasado). Sin profundidad en un barreno ciego, el taller tiene que adivinar.

107 ☐ **¿La profundidad del barreno ciego se mide hasta donde termina el diámetro completo y no hasta la punta de la broca?**

Según ASME Y14.5, la profundidad llega hasta donde termina el diámetro completo, no a la punta de la broca. Si la punta importa, acote el ángulo o la profundidad de punta por separado. Muchas discusiones de primera pieza empiezan aquí.

108 ☐ **¿El diámetro y la profundidad de la caja (contrataladro) están claramente indicados con los símbolos y tolerancias estándar?**

La caja usa el símbolo ⌴ con diámetro y profundidad, por ejemplo "Ø.250 THRU, ⌴ Ø.438 ↧ .250". Ambos valores necesitan tolerancia, del bloque o indicada. Revise que la nota esté en la vista donde se ve la caja.

109 ☐ **¿El diámetro y el ángulo incluido del avellanado están especificados según ASME Y14.6?**

El avellanado usa el símbolo ⌵ con el diámetro en la superficie y el ángulo incluido, por ejemplo "⌵ Ø.500 X 82°". Use 82° para tornillos de cabeza plana en pulgadas y 90° para métricos. Los símbolos vienen de ASME Y14.5; Y14.6 cubre roscas.

110 ☐ **¿La nota del barreno roscado incluye serie, diámetro nominal, paso o hilos por pulgada y clase de ajuste?**

Una nota de barreno roscado lleva tamaño, hilos por pulgada o paso, serie, clase y profundidad, por ejemplo "1/4-20 UNC-2B ↧ .50". Que falte la clase es común, y en inspección importa, porque el calibre de rosca depende de ella.

111 ☐ **¿Se especifica la clase de ajuste de la rosca interior (por ejemplo 2B o 3B en Unificada, 6H en métrica)?**

Las roscas interiores usan B en el sistema unificado (2B es lo normal, 3B más cerrada) y mayúsculas en métrico (6H es lo común). Sin clase, el taller escoge. Normalmente no pasa nada, hasta que pasa.

112 ☐ **¿Se especifica la clase de ajuste de la rosca exterior (por ejemplo 2A o 3A en Unificada, 6g en métrica)?**

Las roscas exteriores usan A (2A normal, 3A cerrada) o minúsculas en métrico (6g es lo común). Ojo: 2A deja una pequeña holgura para recubrimiento y 3A no. Revise qué le hará el recubrimiento al ajuste.

113 ☐ **¿Las notas de rosca indican explícitamente rosca izquierda (LH) cuando no se usa la rosca derecha estándar?**

La rosca derecha es la de por defecto. La izquierda debe decir LH, por ejemplo "1/2-13 UNC-2A-LH". Es rara, y justo por eso se olvida.

114 ☐ **¿La geometría de la rosca de tubería se especifica con designaciones estándar (NPT, NPTF, BSPP, BSPT)?**

Las roscas de tubería necesitan el tipo completo. NPT y NPTF son cónicas americanas, BSPT es cónica británica y BSPP es paralela británica. No son intercambiables, y una equivocada fuga.

115 ☐ **¿El refrentado tiene diámetro y profundidad, o el espesor de pared restante?**

El refrentado usa el símbolo de caja con SF, más un diámetro. Dé la profundidad o el espesor que debe quedar, y diga cuál. En una fundición, a menudo se lee mejor como "limpiar" con un espesor mínimo restante.

116 ☐ **¿La profundidad de rosca se especifica como profundidad mínima de rosca completa y no como profundidad total del machuelo?**

En barrenos roscados, indique cuánta rosca completa se necesita, por ejemplo "1/4-20 UNC-2B ↧ .50 MÍN ROSCA COMPLETA". El barreno de la broca va más profundo. Si solo da la profundidad de broca, la de rosca queda indefinida.

117 ☐ **¿Las ubicaciones de los patrones de barrenos se definen con cotas básicas ligadas a un marco de referencia común?**

Los patrones de barrenos se ubican con cotas básicas desde los datums y se controlan con tolerancia de posición. Mezclar ubicaciones con ± y posición en los mismos barrenos es de los hallazgos de GD&T más comunes. Elija un método, y con posición, eso significa básicas.

118 ☐ **¿Las tolerancias del barreno de ajuste a presión se especifican con designaciones de ajuste ISO (por ejemplo H7/p6) o con límites explícitos?**

Los ajustes a presión necesitan la tolerancia del barreno clara: como ajuste ISO, por ejemplo "Ø20 H7" con sus límites, o con límites explícitos. Revise el barreno y el perno juntos, porque el ajuste lo definen los dos. La interferencia la decide el diseñador.

119 ☐ **¿El tamaño del barreno de paso corresponde a las dimensiones del sujetador estándar según ASME B18.2.8?**

Los barrenos de paso deben ir con el tornillo: ASME B18.2.8 da tamaños de ajuste cerrado, normal y holgado. Escoja la clase a propósito y use el valor de la tabla, no un número redondeado. Revise que la tolerancia de posición siga funcionando con la holgura elegida.

120 ☐ **¿Los insertos se especifican con tamaño de broca, especificación de rosca y número de parte del fabricante?**

Los insertos roscados (Helicoil, PEM, Keensert) necesitan el barreno del propio inserto, la rosca que resulta y el número de parte. El machuelo STI para Helicoil no es el machuelo estándar. Diga cuál se usa.

7. Acabado superficial, recubrimientos, tratamiento térmico y aristas

Las notas que cambian la pieza después del maquinado, y las que se olvida escribir.

121 ☐ **¿La rugosidad se especifica con valores Ra, Rz o RMS y unidades estándar?**

Use Ra (o Rz si el cliente lo pide) con unidades: µin en planos en pulgadas, µm en métricos. RMS es un término antiguo que todavía aparece. Los símbolos de textura siguen ASME Y14.36. Un número sin unidades es una suposición.

122 ☐ **¿El plano aclara si las cotas aplican antes o después del recubrimiento?**

El recubrimiento agrega espesor, así que un barreno correcto antes de recubrir puede quedar chico después. El plano debe decir "COTAS APLICAN DESPUÉS DEL RECUBRIMIENTO" o "ANTES". Sin eso, el taller y el inspector pueden medir en etapas distintas.

123 ☐ **¿Las especificaciones de recubrimiento se citan con su norma aplicable?**

Las notas de recubrimiento necesitan norma y clase, por ejemplo "ANODIZAR SEGÚN MIL-A-8625 TIPO II CLASE 2, NEGRO". "Anodizado negro" deja abiertos el tipo y el espesor. Revise que la norma esté vigente.

124 ☐ **¿El espesor del recubrimiento se especifica con valores mínimo y máximo?**

Dé un rango, como ".0002–.0005", en lugar de un solo número. Muy delgado puede no proteger; muy grueso puede cerrar roscas y barrenos. La norma del recubrimiento quizá ya lo fija; si es así, cite la clase.

125 ☐ **¿Se identifican las áreas críticas que deben enmascararse (roscas, barrenos rectificados, caras de datum) antes de recubrir?**

Roscas, barrenos rectificados y caras de datum muchas veces necesitan enmascararse antes del recubrimiento o la pintura. Muestre esas áreas en el plano o en una nota. Si no están marcadas, suponga que se van a recubrir.

126 ☐ **¿El acabado de aristas se especifica explícitamente con "Romper aristas vivas" o con los símbolos de ISO 13715?**

"ROMPER TODAS LAS ARISTAS VIVAS .005–.015" o un símbolo de ISO 13715 le dicen al taller cuánto desbarbar. Sin eso, las aristas pueden quedar como navaja o con chaflanes de más. Algunas aristas, como las de sello, deben quedar vivas; dígalo.

127 ☐ **¿Los radios de esquina se especifican en cavidades maquinadas interiores para evitar concentración de esfuerzos?**

Los cortadores dejan un radio en las esquinas interiores. El plano debe mostrar un radio que el taller pueda cortar, de herramienta estándar. Una esquina interior viva cuesta electroerosión o termina con el radio que el taller escoja. El valor lo da el diseñador.

128 ☐ **¿El tratamiento térmico se especifica con dureza objetivo y norma de prueba?**

Las notas de tratamiento térmico necesitan el resultado, como "TEMPLAR A 40–45 HRC", y el método o escala de prueba. Revise si las cotas aplican antes o después del tratamiento, porque las piezas se mueven. Puede hacer falta indicar dónde se mide la dureza.

129 ☐ **¿Se especifican la profundidad de capa y la dureza efectiva en aceros con endurecimiento superficial?**

La cementación necesita profundidad de capa efectiva y dureza superficial, por ejemplo "CEMENTAR .020–.030 CAPA EFECTIVA, 58–62 HRC". Indique las zonas que deben quedar suaves. Estos valores los da el diseñador.

130 ☐ **¿Se especifica la dirección de las marcas de maquinado donde afecta el sellado o la fricción?**

La dirección de las marcas importa en caras de sello y superficies deslizantes, donde unas marcas en el sentido equivocado fugan o se desgastan. Agregue el símbolo de dirección al símbolo de textura donde haga falta.

131 ☐ **¿Se especifica pasivado, anodizado o recubrimiento de conversión química para materiales resistentes a la corrosión?**

El acero inoxidable normalmente se pasiva (ASTM A967 o AMS 2700). El aluminio se anodiza o lleva conversión de cromato (MIL-DTL-5541). El plano debe decir cuál y qué clase. Las superficies sin protección se corroen por donde nadie lo planeó.

132 ☐ **¿Se especifican ranuras de alivio para rectificado en los hombros de flechas donde las piezas deben asentar al ras?**

Un hombro con diámetro rectificado necesita una ranura de alivio para que la pieza que se monta (un rodamiento, un engrane) asiente contra el hombro. Sin ella, la piedra deja un radio y la pieza no asienta. Revise que la ranura esté completa.

133 ☐ **¿Las notas del plano exigen granallado (shot peening) o relevado de esfuerzos en piezas estructurales sujetas a fatiga?**

El granallado y el relevado de esfuerzos cambian la vida a fatiga, así que van en el plano como nota con su norma, por ejemplo "GRANALLAR SEGÚN AMS 2430". Si la pieza lo necesita lo decide el diseñador. La revisión es que la nota esté completa.

134 ☐ **¿Se definen estándares de acabado cosmético para las caras visibles?**

Si algunas caras las ve el cliente final, diga cuáles y qué criterio cosmético aplica: sin rayas mayores a cierto tamaño, sin marcas de herramienta, una textura definida. Si no, "cosmético" significa lo que piense el inspector ese día.

135 ☐ **¿Los requisitos de acabado superficial son realistas para el proceso de fabricación elegido?**

Un acabado de 16 µin Ra en una fundición en arena no sale sin operaciones extra. Revise que cada requisito de acabado vaya con el proceso que genera esa superficie. Donde no, debe ser una decisión consciente y con costo.

8. Soldadura, lámina, ensambles y lista de materiales

El último tramo: símbolos de soldadura, lámina y que la lista de materiales coincida con el dibujo.

136 ☐ **¿Los símbolos de soldadura se especifican según AWS A2.4 o ISO 2553?**

Los símbolos de soldadura siguen AWS A2.4 en Estados Unidos o ISO 2553 en otros lugares. Las dos difieren en cómo indican lado flecha y otro lado. Asegúrese de que el plano diga qué norma usa y que los símbolos estén dibujados conforme a ella.

137 ☐ **¿Las notas de soldadura indican tipo, tamaño, longitud, paso y condición de relleno?**

Un símbolo de soldadura necesita el tipo (filete, ranura), el tamaño, la longitud y, en soldaduras intermitentes, el paso. "Soldar todo alrededor" necesita el círculo. Que falte el tamaño es el hallazgo de soldadura más común.

138 ☐ **¿Se especifican requisitos de ensayos no destructivos (END) para soldaduras estructurales?**

Si las soldaduras se deben inspeccionar más allá de lo visual, diga cómo: líquidos penetrantes, partículas magnéticas, radiografía, ultrasonido. Agregue la norma de aceptación (por ejemplo AWS D1.1). El nivel de inspección lo decide el diseño; el plano debe indicarlo.

139 ☐ **¿El radio de doblez de lámina se especifica como radio interior (IBR), de acuerdo con el herramental estándar?**

El radio de doblez se da normalmente como radio interior, y debe corresponder a herramental que el taller tenga. Los radios muy cerrados agrietan temples duros como el 6061-T6. Revise que el radio esté indicado y no supuesto.

140 ☐ **¿Las ranuras de alivio de doblez están acotadas en las esquinas para evitar desgarres?**

Donde un doblez llega a un borde, un pequeño corte de alivio evita que el metal se desgarre. Revise que el alivio aparezca y esté acotado en el desarrollo o en la vista formada. El CAD lo agrega solo; asegúrese de que sobreviva.

141 ☐ **¿Se especifica la dirección del grano en piezas de lámina o placa sujetas a dobleces severos?**

El acero y la lámina de aluminio doblan mejor atravesados al grano que a favor. Si la pieza tiene dobleces cerrados, el plano puede necesitar una flecha de dirección de grano. Es decisión de diseño; la revisión es que aparezca cuando hace falta.

142 ☐ **¿Las cotas del desarrollo se dan solo como referencia, para que el proveedor ajuste su factor K?**

Las cotas del desarrollo deben ir como referencia, porque cada taller usa su propia tolerancia de doblez o factor K. Lo que se inspecciona es la pieza formada. Un desarrollo con tolerancias obliga al taller a igualar el factor K de su CAD.

143 ☐ **¿La lista de materiales del ensamble incluye número de elemento, número de parte, descripción, cantidad y material?**

Una lista de materiales completa trae número de elemento, número de parte, descripción y cantidad, y normalmente material. Revise que las descripciones sean nombres reales, no nombres de archivo del CAD. Una lista que dice "Pieza1^Ensam3" no es una lista de materiales.

144 ☐ **¿Los números de globo en la vista del ensamble coinciden exactamente con los renglones de la lista de materiales?**

Cada número de la lista debe tener su globo, y cada globo su renglón en la lista. Revise que coincidan exactamente. Cuéntelos; es rápido.

145 ☐ **¿Los elementos comerciales estándar se especifican con su número de parte completo del proveedor?**

Las piezas compradas (tornillos, pernos, rodamientos) necesitan número de parte del proveedor o norma, por ejemplo "TORNILLO ALLEN 1/4-20 X .75 LG, 91251A540". "Tornillo" no basta. Revise también largo y grado.

146 ☐ **¿Se cita en las notas del ensamble el torque o la especificación de instalación de los sujetadores?**

Si los tornillos necesitan un torque específico, póngalo en el plano de ensamble o cite la especificación de ensamble. Si no, el torque queda "al tanteo". Los valores de torque los da el diseñador.

147 ☐ **¿Se indican con claridad los requisitos de lubricante, adhesivo o fijador de roscas?**

El fijador de roscas, la grasa o el adhesivo deben indicarse por producto o norma (por ejemplo "LOCTITE 242") y dónde se aplican. Si no, el técnico de ensamble usará lo que haya en la mesa.

148 ☐ **¿Se revisan los subensambles móviles por interferencia física y holgura en todo su rango de movimiento?**

Esta es una revisión de diseño, no de plano: se hace con estudios de movimiento en CAD o con prototipos. Una revisión de planos no la encuentra. Asegúrese de que alguien sea responsable de ella antes de liberar.

149 ☐ **¿Se requiere una concesión, desviación o variación de ingeniería cuando los planos se apartan de las normas de producción?**

Si una pieza debe apartarse del plano o de una norma de la empresa, la desviación debe aprobarse por escrito y ligarse a la pieza. No lo arregle cambiando el plano a escondidas. El proceso de desviación protege a todos.

150 ☐ **¿Una persona calificada distinta del dibujante original hizo una revisión independiente de ingeniería?**

Sí, y esta es la que hace que las otras 149 sirvan. El dibujante sabe lo que quiso decir, así que lee su plano de esa manera. Un revisor independiente lee solo lo que está en la hoja, que es exactamente lo que hará el taller.

Las normas detrás de la lista

Los documentos a los que regresan casi todas estas preguntas. Su empresa o su cliente pueden sumar su propio manual de dibujo.

Norma	Cubre	Para tener en cuenta
ASME Y14.5	Acotación y tolerancias, GD&T	La edición 2018 eliminó concentricidad y simetría. Cite la edición.
ASME Y14.100	Prácticas de dibujo de ingeniería	Formatos de hoja, revisiones, listas de materiales, tipos de plano.
ASME Y14.2	Tipos de línea y rotulación	Tipos y grosores de línea, altura de texto.
ASME Y14.36	Símbolos de textura superficial	Cómo se dibujan los símbolos de acabado. ASME B46.1 define los parámetros (Ra, Rz).
ASME B18.2.8	Barrenos de paso para tornillos	Tamaños de ajuste cerrado, normal y holgado.
ISO 1101 / ISO 2768	Tolerancias geométricas ISO / tolerancias generales	ISO interpreta tamaño y forma distinto que ASME. Clases de 2768: f, m, c, v.
ISO 13715	Aristas de forma no definida	Símbolos de rotura de arista y rebaba.
AWS A2.4	Símbolos de soldadura	Reglas de Estados Unidos. ISO 2553 es la versión internacional.

Cómo hacer la revisión

No lea las 150 preguntas de corrido contra todo el juego de planos. Trabaje por pasadas, un tema a la vez, en todas las hojas. Encontrará más, porque el ojo se afina para un solo tipo de error.

1. **Cuadro de títulos y registros.** Norma citada, unidades, revisión, número de parte contra PDM y lista de materiales, firmas.
2. **Vistas.** Proyección, etiquetas de cortes y detalles, líneas ocultas, lo que sale en el PDF.
3. **Cotas.** Tamaños y ubicaciones faltantes, cotas dobles, referencias, cadenas.
4. **GD&T y datums.** Gramática de los marcos, datums identificados y completos, cotas básicas, modificadores.
5. **Barrenos, roscas y acabados.** Notas, clase de rosca, recubrimientos, tratamiento térmico, aristas.
6. **Ensamble y firmas.** Globos contra la lista de materiales, piezas compradas, notas y una revisión independiente.

Y que la haga alguien distinto del dibujante. Quien lo dibujó lee lo que quiso decir. Un revisor lee lo que está ahí, que es lo que hará el taller.

¿Quiere que otro par de ojos revise sus planos?

Fred revisa sus planos en PDF contra ASME Y14.5 y le envía un reporte de hallazgos: cada corrección ubicada por hoja y zona, con qué cambiar y por qué. Desde 29 dólares por hoja. Primero firmamos el acuerdo de confidencialidad. Claire, nuestra asistente, le atiende en español las 24 horas.

engineeringdrawingchecker.com · (817) 736-1783 · hola@engineeringdrawingchecker.com