

# Estudio estructural de asientos individuales, de uso corriente

Por: Luis García Esteban  
Ingeniero de Montes, de AITIM

---

El presente artículo recoge un resumen de los trabajos efectuados para el Proyecto de Investigación del mismo título que fue subvencionado por la CICYT para 1986.

Se han efectuado los ensayos sobre sillas de 17 fabricantes de Toledo y Valladolid. La monografía correspondiente se encuentra en trámite último de publicación.

## INTRODUCCION

Las sillas y asientos no escapan al fenómeno de la normalización. Ya en el Congreso Internacional de Polonia de 1979, se fijó como uno de los primeros objetivos el crear una normativa ISO sobre el mueble a corto plazo, nombrando para ello varias subcomisiones de trabajo.

Las Subcomisiones formadas fueron las siguientes:

- Subcomisión de mesas y muebles de armarios, llevada por Francia
- Subcomisión de asientos, por Gran Bretaña
- Subcomisión de camas, por Alemania.

Los borradores elaborados por cada Subcomisión se enviaron a las Comisiones Nacionales integrantes de ISO, para después examinarse conjuntamente.

Este examen conjunto se realizó en febrero de 1982 en Estocolmo, sin llegar a un acuerdo, probablemente por las objeciones puestas a cada texto, haciendo prevalecer cada país su normativa particular. Por todo esto, es lógico pensar que transcurrirán varios años hasta que puedan ser aprobados los textos y existan en consecuencia normas ISO.

Si bien no hay norma internacional sobre lo que basar la norma española, sí existe una tendencia general, que se desprende de la de los países que han elaborado los textos borradores.

De esta manera Francia y Gran Bretaña son, hoy por hoy, quienes marcan la pauta en la normalización del sector del mueble.

Francia posee dos normas de ensayos de muebles, una para el mueble propiamente dicho y otra para los asientos, particularizándolas en función del destino que va a tener el mueble o asiento, a saber:

- Dormitorio
- Salón
- Cocina y baño
- Oficina
- Escolar

En Gran Bretaña no existe una norma de ensayos general como en Francia, sino que la

normativa es un tanto particular. Así existen normas de muebles de uso doméstico o interior, escolares, industriales, de cocina, de superficies, de acabado, etcétera.

Otra particularidad de la norma inglesa es que establece cinco niveles de especificación según los esfuerzos a que vayan a estar sometidos en destino:

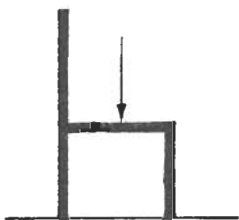
- De uso ligero y delicado
- De uso doméstico normal
- De uso doméstico habitual
- De uso colectivo normal
- De uso colectivo severo

El estudio de la norma francesa NF. D.60.501 y la británica BS.4875, hace comparables uno a uno los cinco destinos que contempla la primera con los cinco niveles de especificación de la segunda.

Por todo esto AITIM ha desarrollado un proyecto de investigación sobre estructuras de asientos individuales de uso corriente, de próxima publicación, siguiendo de forma general la estructura francesa, aunque se ha seguido la mayoría de los métodos de ensayo propuestos en la norma BS.4875, por considerarlos más exhaustivos y rigurosos.

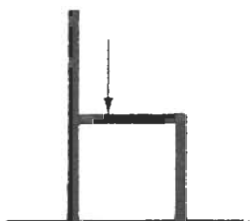
## MÉTODOS DE ASIENTOS INDIVIDUALES DE USO CORRIENTE

### 1. ENSAYOS SOBRE EL FONDO DEL ASIENTO



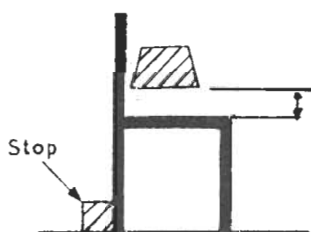
#### 1.1. Ensayo de carga estática

Trata de reproducir aquella situación en la que el fondo de los asientos permanecen cargados durante un periodo de tiempo prolongado. Consiste en aplicar de forma centrada sobre el fondo, un esfuerzo intermitente, a través de una superficie rígida circular de 20 mm de diámetro, guarnecida en su cara inferior con una curvatura esférica de 300 mm de radio. La cadencia del esfuerzo será menor a 40 ciclos/min. Al final del ensayo se anotan las posibles roturas y deterioros. La magnitud del esfuerzo y el número de ciclos está fijado en especificaciones.



#### 1.2. Ensayo de fatiga

Trata de reproducir la carga y descarga que se produce sobre el fondo, una y otra vez, al sentarse y levantarse una persona. Consiste en aplicar un esfuerzo intermitente a 175 mm de distancia del punto de intersección de las líneas centrales del fondo y el respaldo, a través del mismo útil que en el ensayo anterior. La cadencia del esfuerzo será menor a 40 ciclos/min. Al final del ensayo se anotan las posibles roturas y deterioros. La magnitud del esfuerzo y el número de ciclos está fijado en especificaciones.



#### 1.3. Ensayo de impacto

Trata de reproducir el choque producido por objetos sobre el fondo del asiento. Consiste en dejar caer 10 veces un peso de 25 kg, concentrado en una bolsa de cuero de 20 mm de diámetro. El punto de aplicación es el mismo que en el ensayo anterior, y la altura de caída está fijada en especificaciones en función del nivel de uso. Al final del ensayo se anotan las posibles roturas y deterioros.

## OBJETIVOS

En el diseño de sillas y asientos en general se hacen prevalecer los criterios ergonómicos y estéticos frente a otros, como el resistente. Esto hace que los materiales trabajen en unas condiciones estructurales atípicas que hacen imposible por su dimensionamiento por los métodos teóricos clásicos de cálculo de estructura, debiendo recurrirse al tanteo y ensayo de comportamiento real para dicho dimensionamiento.

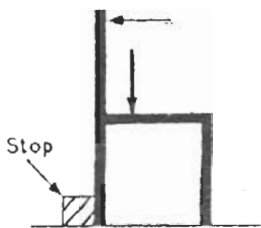
Dicho estudio ha pretendido analizar el comportamiento estructural de las sillas de fabricación nacional, para que en base a estos

datos se puedan establecer las pautas generales para realizar dicho dimensionamiento.

Por otro lado, la necesidad de comercializar la silla, como otro producto más del mobiliario, ha hecho que dicho estudio haya permitido obtener los primeros resultados del comportamiento real de las sillas de fabricación nacional, para que, partiendo de ellos, se determinen, por un lado los métodos de ensayo a seguir, y por otro los niveles de especificación exigibles, recogidos ambos en este trabajo.

## 2. ENSAYOS SOBRE EL RESPALDO DEL ASIENTO

### 2.1. Ensayo de fatiga

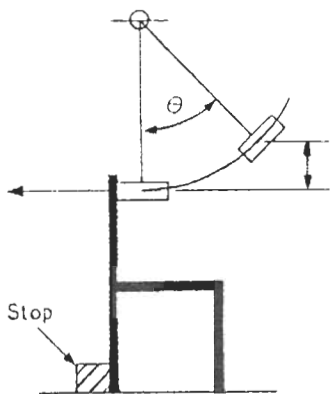


Trata de reproducir la carga que produce la espalda de una persona sobre el respaldo de un asiento al sentarse una y otra vez.

Consiste en aplicar de forma intermitente 33 kg, a través de una superficie rígida de 200 mm de alto y 250 mm de ancho, siendo la cara en contacto con el respaldo convexa, de curvatura cilíndrica de 625 mm de radio, acolchada por un cojinete de cuero.

Al fondo de la silla se aplica una carga de equilibrio de 95 kg, por medio de una superficie rígida circular de 20 mm de diámetro, a 175 mm del punto de intersección de las líneas centrales de fondo y respaldo. La cadencia no superará 40 ciclos/min., estando el número de ciclos especificado.

### 2.2. Ensayo de impacto



Trata de reproducir la caída de una silla sobre su respaldo.

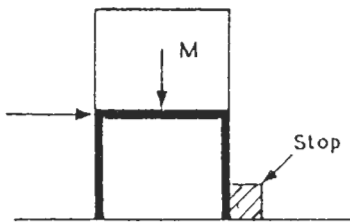
Consiste en golpear el respaldo del asiento por su parte superior con un peso de 6,5 kg concentrado en una bolsa de cuero de 100 mm de diámetro.

Dicho peso se eleva a una altura y ángulo determinado, recogido en especificaciones, dejándole caer 10 veces sobre el borde superior del respaldo, con una cadencia de 10 ciclos/min.

Las patas traseras estarán frenadas por unos topes que las impidan resbalar pero no girar. Al final del ensayo se anotaron los posibles deterioros.

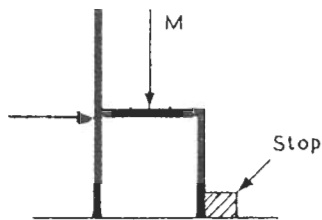
### 3. ENSAYOS DE RIGIDEZ

#### 3.1. Ensayo de rigidez lateral



Tiene por objeto comprobar la rigidez de la silla en el sentido lateral, estudiando la rigidez de los ensambles de las patas con los otros elementos (fondo, travesaños, etc.). Consiste en aplicar sobre el fondo del asiento una carga de 60 kg repartida. A la altura del fondo se aplica un esfuerzo alternativo de tracción y compresión de 20 kg, en el sentido lateral, con una cadencia de 10 alternancias por minuto. Al final del ensayo se anotan los posibles deterioros. El número de ciclos está recogido en especificaciones.

#### 3.2. Ensayo de rigidez frontal



Tiene por objeto comprobar la rigidez de la silla en el sentido frontal, estudiando la rigidez de los ensambles de las patas con los otros elementos (fondo, travesaños, etc.). Las cargas son las mismas que en el caso anterior, con la excepción de que el esfuerzo a la altura del fondo ahora se ejerce en el sentido frontal. Al final del ensayo se anotan los posibles deterioros. El número de ciclos está recogido en especificaciones.

#### N I V E L E S   D E   U S O

Nº de Ensayo	TIPO DE ENSAYO	DORMITORIO	SALON	COCINA Y BAÑO	OFICINA	ESCOLARES
A-1	Resistencia del fondo a la carga estática	—	10 ciclos 78 Kg	10 ciclos 100 Kg	10 ciclos 125 Kg	10 ciclos 187 Kg
A-2	Resistencia del fondo a la fatiga	12.500 ciclos 95 Kg	25.000 ciclos 95 Kg	50.000 ciclos 95 Kg	100.000 ciclos 95 Kg.	200.000 ciclos 95 Kg
A-3	Resistencia del fondo al impacto	—	10 ciclos 25 Kg 75 mm	10 ciclos 25 Kg 105 mm	10 ciclos 25 Kg. 135 mm	10 ciclos 25 Kg 190 mm
B-1	Resistencia del respaldo a la fatiga	12.500 ciclos 33 Kg.	25.000 ciclos 33 Kg	50.000 ciclos 33 Kg	100.000 ciclos 33 Kg.	200.000 ciclos 33 Kg
B-2	Resistencia del respaldo al impacto		10 ciclos 6,5 Kg h = 29 mm   O = 14º v = 0,75 m/seg	10 ciclos 6,5 Kg h = 116 mm   O = 28º v = 1,5 m/seg	10 ciclos 6,5 Kg. h = 463 mm.   O = 47º v = 3 m/seg.	10 ciclos 6,5 Kg h = 1008 mm   O = 90º v = 4,5 m/seg
C-1	Resistencia del asiento al esfuerzo lateral	+ 20 Kg 250 ciclos	+ 20 Kg 500 ciclos	+ 20 Kg 500 ciclos	+ 20 Kg 1000 ciclos	+ 20 Kg 1500 ciclos
C-2	Resistencia del asiento al esfuerzo frontal	+ 20 Kg 250 ciclos	+ 20 Kg 500 ciclos	+ 20 Kg 500 ciclos	+ 20 Kg 1000 ciclos	+ 20 Kg 1500 ciclos
C-3	Resistencia de la silla a la caída	10 veces 150 mm	10 veces 300 mm	10 veces 450 mm	10 veces 600 mm	10 veces 900 mm



## CONCLUSIONES

El análisis particular de cada uno de los ensayos en base a los datos obtenidos ha permitido alcanzar una serie de conclusiones que nos facultan para determinar un modelo constructivo que responda positivamente a cada una de las sollicitaciones de carga. Veamos cada uno de ellos.

### ENSAYO DE CARGA ESTÁTICA SOBRE EL FONDO DE LA SILLA

En ensayo de fondos a base de material elástico obliga a introducir una especificación de deformaciones de manera que limite la deformación total y residual, exigiendo así que el tejido que recubre la espuma sea capaz de recuperar su lisura, inmediatamente después de que el asiento quede descargado, permitiendo ciertas deformaciones residuales que no se transmitan al tejido.

Por otro lado, el comportamiento estructural del asiento como conjunto, respondiendo a esa sollicitación de uso, es casi nulo, ya que la resta positiva de este ensayo obedece únicamente a la vista de los modelos ensayados a la propia naturaleza del material que constituye el fondo, a la unión de éste con los travesaños perimetrales sobre los que se apoya, y a la unión de estos con las patas.

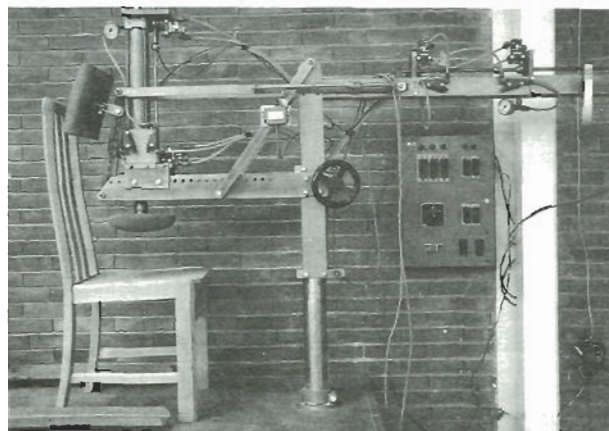
El material de fondo puede ser: Madera maciza, tablero de partículas o combinación de cintas elásticas y espumas.

Ninguno de los modelos ensayados presentó problemas, siendo autorresistente los materiales de fondo de todos los modelos frente a este ensayo, sin embargo, la unión del fondo con los travesaños debe diseñarse de manera que transmita la mínima cantidad de momento torsor a las uniones de travesaños y patas, evitando por este motivo travesaños y espigas de sección circular.

Por último, apuntar que en aquellas sillas en las que se disponen travesaños de fondo con cierta curvatura en el plano de fondo, sea paralela al respaldo o perpendicular a él, ya que responden mejor a las sollicitaciones que en aquellos modelos diseñados con elementos rectos.

### ENSAYO DE FATIGA SOBRE EL FONDO DE LA SILLA

Por las mismas razones que en el caso



anterior, también parece lógico introducir una especificación de deformaciones para limitar la deformación total y residual de los fondos elásticos, de manera que al retirar la carga, el tejido de recubrimiento recupere la lisura inicial. Las conclusiones son idénticas a las obtenidas en el caso anterior, es decir, no diseñar en el fondo transversal y uniones en caja y espiga de unión circular con el fin de evitar que se transmitan momentos torsores de gran magnitud que originarían el descolado del asiento.

En cuanto a las disposiciones constructivas de los elementos de fondo, se evitarán aquellos diseños en los que el tablero del fondo se apoye exclusivamente por la parte interior de los travesaños laterales, ya sea a través de elementos adicionales o sobre rebajes mecanizados en los mismos. Se recomienda el apoyo directo en dichos travesaños unidos por tirafondos.

### ENSAYO DE IMPACTO SOBRE EL FONDO DE LA SILLA

Para responder a las sollicitaciones de uso del asiento se aconseja, cuando el material de fondo sea de tablero de partículas, que se disponga sobre los cuatro travesaños (laterales, anterior y posterior) y cuando esto no sea posible, disponer los elementos adicionales necesarios de forma que eviten la rotura del mismo por falta de apoyo.

En cuanto a los fondos en los que se combinan cintas elásticas y espumas, es conveniente, por razones de diseño, disponer un segundo perímetro de fondo sobre el que se grapen las cintas elásticas, ya que de esta forma se transmite menor movimiento a los

travesaños, que constituyen la estructura del fondo, y además se facilita el tapizado.

## **ENSAYO DE FATIGA SOBRE EL RESPALDO DE LA SILLA**

En este ensayo también parece lógico introducir una limitación de deformaciones en aquellos modelos cuya fatiga provocaba deformaciones residuales irreversibles que no significaban el deterioro de la silla.

Por otro lado, así como en ensayos anteriores tenían una respuesta casi nula como conjunto estructural frente a las sollicitaciones del ensayo, en éste la silla sí responde de forma conjunta absorbiendo las deformaciones producidas por la misma cada uno de los elementos que componen el asiento.

Como respuesta a dicha sollicitación aplicada sobre el respaldo, la silla debe diseñarse de forma que los asientos de mayor longitud, tanto de las patas traseras como delanteras, sea paralela a los travesaños laterales. Esta disposición, por un lado aumenta la profundidad de la unión caja y espiga y por otro responde con una menor deformación a dicha carga.

Asimismo, y con el fin de disminuir al máximo la deformación producida en el sentido lateral de la silla, se recomienda rigidizar el perímetro del fondo mediante elementos de construcción adicionales (escuadras, placas metálicas, etc.).

Esta rigidez puede omitirse en aquellos modelos cuyo material de fondo sea tablero de partículas o madera maciza, siempre que dichos materiales se fijen directamente a los travesaños del perímetro de fondo y no a través de elementos adicionales.

En los modelos con material de fondo, que por el contrario y debido a su naturaleza no rigidicen la estructura, se recomienda introducir uno o dos travesaños en cada lateral por debajo del plano de fondo.

Por las mismas razones que en ensayos anteriores, evitar travesaños y/o espigas de sección circular en el plano de fondo y por debajo de él, ya que no absorben las deformaciones y ocasionan el descolado de la estructura.

En cuanto a la forma del respaldo, aunque ergonómicamente sean mejores los respaldos de simple o doble curvatura con un ángulo

respecto a la horizontal del fondo mayor a los 90°, se recomienda que la prolongación de las patas traseras forme un ángulo superior a los 90° pero muy cerca de él, y que sean las formas verticales que unen el borde superior del respaldo y el travesaño posterior del fondo las que se diseñen ergonómicamente.

## **ENSAYO DE IMPACTO SOBRE EL RESPALDO**

A pesar de que ninguno de los modelos ensayados presentan problemas ante el método operativo y especificaciones exigidas, se recomienda que la parte posterior del respaldo, es decir, la superficie de impacto sea la mayor posible con el fin de que el choque se reparta en el mayor número de elementos, evitando así choques puntuales que podrían provocar roturas o deformaciones irreversibles.

## **ENSAYO DE RIGIDEZ CON CARGA HORIZONTAL PARALELA AL RESPALDO. RIGIDEZ LATERAL**

Este ensayo, junto con los de rigidez frontal y fatiga sobre el respaldo, son los que en definitiva requieren una respuesta conjunta de cualquier modelo, ya que absorberán sollicitaciones de carga que intervendrán en cada uno de los elementos constituyentes de la estructura.

A la vista de los modelos ensayados y de los defectos observados, se puede afirmar que, de forma particular, cuando el material de fondo no sea rígido, como por ejemplo en el caso de cintas elásticas entrecruzadas en combinación con espumas guarnecidas, se recomienda la disposición de rigidez de la madera o placas metálicas entre los travesaños laterales, anterior y posterior, capaces de absorber las deformaciones que se produzcan en el sentido lateral de la silla al nivel del fondo, y con carácter general se dispondrán travesaños adicionales de sección rectangular (nunca circular) por debajo del plano de fondo, entre las patas traseras, por un lado, y delanteras, por otro, para absorber las deformaciones restantes.

Por último, y por las mismas razones que en el ensayo de fatiga sobre el respaldo, se recomienda que la arista de mayor longitud de la sección de las patas traseras y delanteras sea perpendicular al plano del respaldo.

## **ENSAYO DE RIGIDEZ CON CARGA HORIZONTAL PERPENDICULAR AL RESPALDO. RIGIDEZ FRONTAL**

Como en el ensayo anterior, éste obliga al asiento a dar una respuesta estructural como conjunto, absorbiendo todos los elementos que integran la deformación provocada.

Las conclusiones, tanto de carácter particular como general, son las mismas que en el ensayo anterior, con la particularidad de estar referidas a elementos de unión entre patas traseras y delanteras, manteniéndose para los elementos rigidizadores del fondo.

## **ENSAYO DE CAIDA**

La ejecución del ensayo obliga a toda la estructura a responder a la caída.

A la vista del cuadro de deterioros de los distintos modelos, se observó que la mayoría de los modelos fracasan por las uniones de elementos verticales y horizontales, lo cual era presumible.

Este medio induce a pensar que el diseño de cajas y espigas no responde a las necesidades estructurales de las sillas, siendo necesario aumentar sus secciones y profundidad, así como dosificar convenientemente las colas utilizadas, desechando aquellas que den lugar a líneas de colas frágiles.

Para todos los modelos se aconseja el uso de espigas de mayor sección y profundidad.

Como conclusión final, diremos que la silla ideal obedecería a un diseño que plasmase las recomendaciones constructivas expuestas, sin menoscabo de introducir cualquier otra disposición que cada fabricante considere necesaria para responder al destino final o nivel de uso de la silla.

Dichas recomendaciones obedecen no sólo a los resultados obtenidos del ensayo de cada modelo sino al estudio estructural de la silla mediante ordenador, que se adjunta en el proyecto de investigación de próxima publicación.