

INFORME



INSTITUTO DE
BIOMECÁNICA
DE VALENCIA

SILLA DE OFICINA, EVALUACIÓN ERGONÓMICA

Dirigido a: **ACTIU Berbegal y Formas
S.A.**

En Valencia a 28 de marzo de 2023



CONDICIONES

1. El Instituto de Biomecánica (IBV) responde únicamente de los resultados consignados en este informe y referidos exclusivamente a los materiales o muestras que se indican en el mismo y que queden en su poder. Salvo mención expresa, las muestras han sido libremente elegidas y enviadas por el solicitante.
2. El IBV no se hace responsable de la errónea interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este informe, cuya reproducción total o parcial con fines de publicidad, sin autorización expresa del IBV, está prohibida.
3. Los resultados se consideran propiedad del solicitante y sin autorización previa el IBV se abstendrá de comunicarlos a un tercero.
4. La muestra de ensayo objeto de este informe permanecerá en el IBV durante un periodo de tiempo de seis meses a partir de la fecha de emisión del mismo. Transcurrido este plazo se procederá a su destrucción, por lo que cualquier reclamación debe realizarse dentro de ese plazo.

HOJA DE FIRMAS Y CONDICIONES

En Valencia a 28 de marzo de 2023

Informe elaborado por:

D. José Francisco Serrano Ortiz

Peticionario:

Dr. José Salvador Solaz Sanahuja

Director de Innovación - Automoción y Medios de Transporte

Aprobado por:

Dr. José Laparra Hernández
Responsable - Factores Humanos

Fdo.



JOSE|LAPARRA|
HERNANDEZ
2023.03.28
12:49:32 +02'00'

CONTENIDO

Hoja de firmas y condiciones

1. Introducción, antecedentes y objetivos
2. Material y métodos
3. Resultados

Anexo I. Evaluación de las características de la silla

1. INTRODUCCIÓN, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

El objetivo del ensayo es la evaluación ergonómica de una silla de oficina según procedimientos propios del IBV.

La evaluación llevada a cabo comprende los siguientes aspectos:

- 1. Evaluación de la adecuación dimensional y funcional.** Correspondencia entre las dimensiones del producto y la función a la que está destinado.
- 2. Evolución temporal del confort general y de las molestias en las distintas zonas del cuerpo.** Comprobar si el nivel de confort y las molestias son estables o sufren cambios durante un período típico de uso.
- 3. Relación entre molestias en zonas del cuerpo y confort general.** Establecer si existe relación entre aquellas molestias que aumentan con el transcurrir del tiempo y el confort general.
- 4. Percepción subjetiva de las características de la silla.** Estimar la opinión de la población sobre las características de diseño.
- 5. Distribución de presiones.** Detectar posibles problemas de la silla en cuanto a comodidad y funcionalidad relacionados con una inadecuada distribución de presiones sobre el asiento.

Los ensayos han sido solicitados por la empresa ACTIU Berbegal y Formas S.A., ubicada en: Autovía CV. 80 Salida Onil – Castalla, 03420 - Castalla (Alicante).

2. MATERIAL Y MÉTODOS

La codificación y descripción de la muestra se presenta en la tabla siguiente:

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN SEGÚN EL FABRICANTE	UNIDADES
MU23-0066	Silla de oficina A+S WORK: Silla giratoria respaldo de textil. Características: • regulación de altura del asiento • regulación de profundidad del asiento • regulación ángulo negativo en asiento • limitación de respaldo en 4 posiciones predefinidas • bloqueo de respaldo en las 4 posiciones predefinidas • reposabrazos regulables 4d • regulación del apoyo lumbar • regulación de tensión de basculación	1



MU23-0066

La muestra de ensayo se entregará al cliente tras la realización de los mismos.

Las condiciones ambientales durante el ensayo han sido de $22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y $55\% \pm 3\%$ de humedad.

El estudio realizado consiste en tres tipos de pruebas:

Pruebas de Adecuación Dimensional. Medidas **geométricas** de la concordancia entre las dimensiones del producto y la función a la que está destinado.

Pruebas de Confort. Pruebas **subjetivas** en las que se cuantifica, mediante encuestas a los potenciales usuarios, el nivel de confort global, la aparición de molestias en determinadas partes del cuerpo y la opinión sobre determinadas características del producto.

Pruebas Biomecánicas. Pruebas **objetivas** en las que se miden determinados parámetros corporales asociados con los niveles de confort de los sujetos, como la distribución de presiones sobre el asiento.

2.1. PRUEBAS DE ADECUACIÓN DIMENSIONAL.

Las mediciones se han realizado utilizando un simulador de carga de respaldo y de asiento, construido por el IBV según la norma sueca SS 839140. Este dispositivo permite obtener las dimensiones de la silla en condiciones similares a las de uso, teniendo en cuenta el reparto de las cargas de un usuario estándar sobre el asiento y el respaldo.

Las dimensiones tomadas han sido las siguientes:

Dimensiones del asiento

Las dimensiones funcionales básicas del asiento son las siguientes (Figura 1):

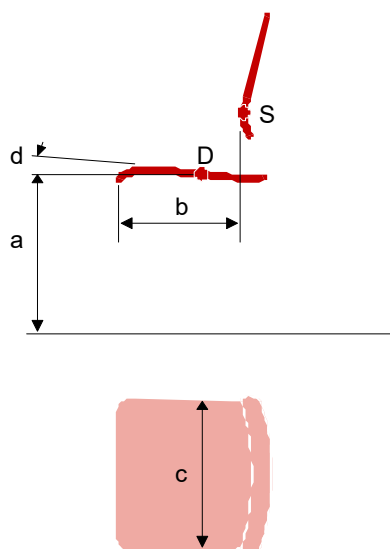


Figura 1. Dimensiones funcionales del asiento.

- (a) *Altura del asiento.* La altura del asiento se refiere a la altura hasta el suelo del punto de máximo apoyo en el asiento, correspondiente a las tuberosidades isquiáticas.
- (b) *Profundidad útil del asiento.* Es la distancia entre el borde delantero del asiento y la proyección sobre el mismo del punto más prominente del respaldo (punto S).
- (c) *Anchura del asiento.* La anchura del asiento se mide en la zona de máximo apoyo sobre el mismo.
- (d) *Inclinación del asiento.* Es el ángulo que forma el plano del asiento con la horizontal. Se consideran positivas las inclinaciones hacia adelante (borde delantero abajo) y negativas las inclinaciones hacia atrás (borde delantero arriba).

Dimensiones del respaldo

Las dimensiones funcionales del respaldo son las siguientes (Figura 2):

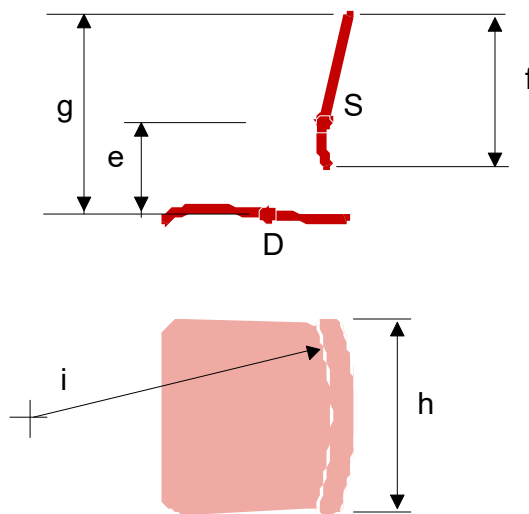


Figura 2. Dimensiones funcionales del respaldo.

- (e) *Altura del apoyo lumbar sobre el asiento.* Es la distancia vertical entre el punto S del respaldo y el punto D del asiento.
- (f) *Altura del respaldo.* Es la distancia vertical entre el canto superior y el inferior del respaldo.
- (g) *Altura del borde superior del respaldo.* Distancia vertical entre el borde superior del respaldo y el punto D del asiento.
- (h) *Anchura del respaldo.* Es la máxima anchura que tiene el respaldo en el rango de: a la altura del punto S (punto de apoyo lumbar) y a la altura de S+300.
- (i) *Radio de curvatura del perfil horizontal del respaldo.* Se mide en el punto S del respaldo, horizontalmente.
- (j) *Campo de regulación de la inclinación del respaldo.* Es el rango de inclinación del respaldo respecto de la vertical.

Dimensiones de los reposabrazos

Las dimensiones funcionales a considerar para la definición de los reposabrazos son las siguientes (Figura 3):

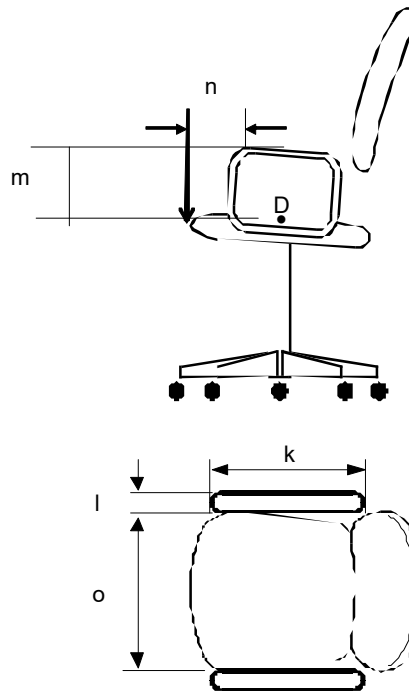


Figura 3. Dimensiones funcionales de los reposabrazos.

- (k) *Longitud útil de los reposabrazos.* Distancia horizontal entre los puntos extremos útiles del reposabrazos.
- (l) *Ancho útil de los reposabrazos.* Anchura del reposabrazos al mismo nivel que el punto D.
- (m) *Altura de los reposabrazos.* Se mide la altura de los mismos respecto al asiento, tomando como referencia el punto de máximo apoyo (punto D).
- (n) *Distancia del canto delantero del asiento.* Esta posición viene determinada por la distancia horizontal entre el borde delantero de los reposabrazos y el borde delantero del asiento.
- (o) *Distancia entre reposabrazos.* Distancia horizontal entre los cantos interiores de los reposabrazos, medida en el plano transversal a la altura del punto D.

Dimensiones del bastidor

Las dimensiones a considerar para la definición del bastidor son las siguientes (Figura 4):

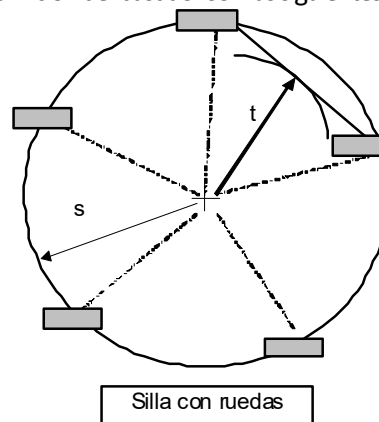


Figura 4. Dimensiones del bastidor.

- (s) *Proyección máxima del bastidor*. Distancia máxima entre el punto más exterior del bastidor y el eje de rotación de la silla.
- (t) *Cota de estabilidad*. Distancia mínima de apoyo de la línea de unión entre dos puntos adyacentes y el eje de rotación de la silla.

Los puntos de apoyo son los puntos fijos o móviles de la silla que tienen contacto continuo con el suelo. Cuando se utilizan ruedas se colocan siempre en la posición más desfavorable.

2.2. PRUEBAS DE CONFORT

En las pruebas de confort se ha analizado la respuesta subjetiva de los usuarios basándose en el procedimiento descrito por Shackel y por Corlett y Bishop. Este procedimiento se fundamenta a su vez en tres tipos de pruebas:

- Test de confort general.
- Test de molestias en partes del cuerpo.
- Test de juicios subjetivos sobre características del producto.

Estas pruebas se han llevado a cabo en el laboratorio de Ergonomía del IBV, simulando las condiciones reales de uso del producto. Para ello se dispusieron dos puestos de oficina. La muestra de usuarios que realizaron las pruebas estaba compuesta por 12 sujetos (6 hombres y 6 mujeres). Cada una de las pruebas tuvo una duración de 1,5 horas, siguiendo el siguiente protocolo de ensayo:

- 1) El sujeto se sienta en la silla objeto de evaluación para realizar la tarea prevista, sin que reciba ninguna indicación sobre la postura que debe adoptar. De esta forma, se trata de evaluar su comportamiento espontáneo. Se les explicó el uso de todas las regulaciones de la silla o se la ajustó el técnico.
- 2) Al comienzo de la prueba el sujeto rellena los cuestionarios correspondientes al test de confort general y al test de molestias en partes del cuerpo. En el primero de ellos, debe marcar su estado de confort en ese momento, sobre una escala de 9 puntos (1 = completamente relajado, 9 = muy incómodo) En el segundo, debe marcar las zonas del cuerpo en las que aprecie molestias, incomodidad o dolor, sobre una escala de 5 puntos (5 = molestia acusada o dolor; 1 = molestia leve; ausencia de marca = ausencia de molestia en esa parte del cuerpo).
- 3) Estas encuestas se vuelven a pasar a los 30, 60, y 90 minutos. Cada encuesta es retirada una vez cumplimentada para evitar que las respuestas anteriores influyan en los cuestionarios siguientes.
- 4) Una vez finalizada la prueba, el sujeto responde al test de juicios subjetivos sobre características del producto, donde se le pregunta sobre aspectos concretos del mismo.

A partir de las respuestas obtenidas en el **test de confort general**, se analiza la evolución temporal del nivel de disconfort, estableciéndose si hay un aumento significativo del mismo y valorando la respuesta global respecto a rangos de normalidad procedentes de ensayos con otros modelos de silla. Con ello se puede establecer, a rasgos generales, el nivel global de comodidad del producto ensayado.

La información obtenida en los **tests de molestias en partes del cuerpo** resulta útil para:

- a) Determinar la evolución temporal del nivel de molestias en aquellas partes del cuerpo indicadas por los usuarios. De este modo se comprueba si el nivel de molestias en distintas partes del cuerpo aumenta de manera continua o se estabiliza, y se evalúa la importancia del máximo nivel de molestias alcanzado.
- b) Una vez seleccionadas aquellas zonas corporales en las que con el tiempo aparecen molestias por el uso del producto, se procede, a analizar cuáles se asocian al aumento en los niveles de disconfort global. Este análisis permite seleccionar las zonas que se ven afectadas realmente por molestias de suficiente trascendencia como para producir una sensación global negativa en el uso del producto.

El test de juicios subjetivos sobre características del producto permite detectar, en una primera fase, aquellas características del mueble que resultan más inadecuadas desde el punto de vista de los usuarios, y en segundo lugar se compara la valoración de cada una de ellas con rangos de normalidad procedente del análisis de otros modelos de silla.

2.3. PRUEBAS BIOMECÁNICAS

Los resultados obtenidos en estas pruebas permiten determinar las causas objetivas que dan lugar a las molestias significativas mencionadas en el apartado anterior.

Las pruebas realizadas son:

- Análisis de la distribución de presiones sobre el asiento. Esta variable se suele asociar con la posibilidad de aparición de molestias en muslos y nalgas.

Estos ensayos consisten en:

- **Análisis de la distribución de presiones sobre el asiento.** La distribución de presiones sobre el asiento se mide sentando a un sujeto sobre la silla e intercalando entre éste y la base del asiento el sistema de registro de presiones "Xsensor". Dichas pruebas se han realizado sobre el asiento, comparando los valores de presión máxima con los valores límite de molestias serias.

A partir de los registros obtenidos se han medido, para cada sujeto sentado en el producto, los siguientes parámetros:

- Presión máxima (presión en la zona de apoyo de las tuberosidades isquiáticas).
- Presión media.
- Superficie de contacto.

Los equipos utilizados para la realización de los ensayos se presentan en la tabla siguiente:

EQUIPO
Termohigrómetro
Equipo de medición de sillas
Maniquí de referencia
Cinta métrica
Inclinómetro digital
Calibre
Sistema de registro de presiones
Báscula

3. RESULTADOS

3.1. ADECUACIÓN DIMENSIONAL

La tabla que se presenta contiene los resultados de las mediciones realizadas:

DIMENSIÓN	MU23-0066		Límites	VALORACIÓN
	Respaldo delante	Respaldo atrás		
ASIENTO				
Altura (mm)	445-575	423-553	≤400 y ≥510	No Apto
Regulación altura (mm)	130		≥120	Apto
Profundidad útil (mm)	380-465	415-501	≤400 y ≥420	Apto
Regulación profundidad (mm)	85		≥50	Apto
Anchura (mm.)	448		≥400	Apto
Inclinación (º)	-0,5	-3,3	≤(-2) y ≥(-7)	No Apto
Regulación (º)	2,8		≥6	No apto
RESPALDO				
Altura borde superior (mm.)	520		≥360	Apto
Anchura (mm.)	448		≥360	Apto
Radio de curvatura del perfil horizontal (mm.)	405		≥400	Apto
Altura del punto de apoyo lumbar (mm)	162		≤170 y ≥220	No Apto
Regulación (mm)	65		≥50	Apto
Ángulo de inclinación (º)	11,0 – 39,7		-	-
Regulación inclinación (º)	28,7		≥15	Apto
REPOSABRAZOS				
Longitud útil (mm.)	230		≥200	Apto
Ancho útil (mm.)	90		≥40	Apto
Altura (mm.)	95 - 210		Entre ≥200 y ≤250	Apto
Regulación altura (mm)	115		-	-
Distancia al borde delantero asiento (mm.)	95 - 135		≥100	Apto
Distancia entre reposabrazos (mm.)	425-465		Entre ≥460 y ≤510	Apto
BASTIDOR				
Proyección máxima (mm.)	357		≤415	Apto
Cota de estabilidad (mm.)	455		≥195	Apto

VALORACIÓN DE LA ADECUACIÓN DIMENSIONAL. MEJORABLE

3.2. PRUEBAS DE CONFORT

Las pruebas se han realizado siguiendo el procedimiento explicado en el capítulo anterior con una muestra de 12 sujetos, 6 hombres y 6 mujeres, con las características corporales siguientes (media $\pm$ desviación típica):

MUESTRA DE SUJETOS DE ENSAYO:

	Talla	Peso
Hombres	176,8 $\pm$ 6,8 cm	84,7 $\pm$ 17,5 kg
Mujeres	159,1 $\pm$ 7,8 cm	68,4 $\pm$ 13,6 kg

Test de confort general

En la Figura 5 se presenta la evolución temporal del disconfort general durante 1.5 horas. La gráfica muestra los valores medios y el intervalo 95% LSD. Las puntuaciones de disconfort son las correspondientes al test de confort anteriormente citado (1 = completamente relajado, 2= muy cómodo, 3 = bastante cómodo, 4 = cómodo, 5 = normal, 6 = ligeramente incómodo, 7 = incómodo, 8 = bastante incómodo, 9 = muy incómodo)

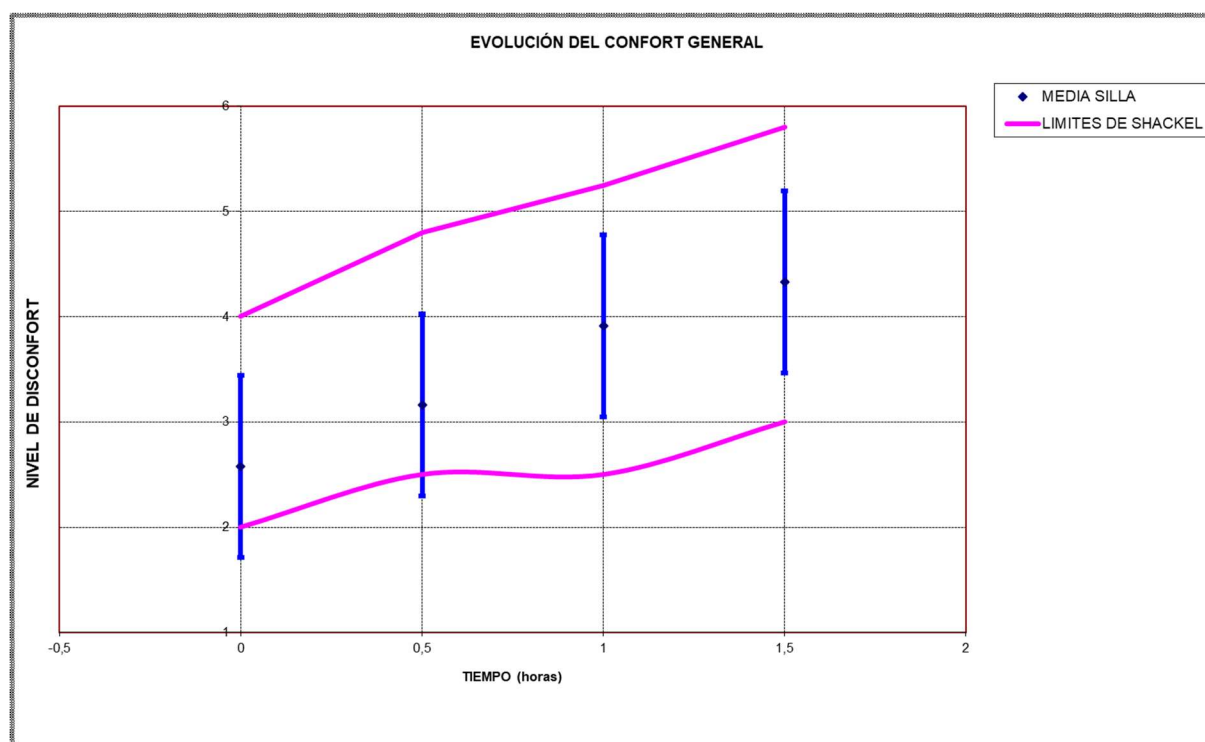


Figura 5. Evolución temporal del nivel de disconfort.

Tal como se puede observar, los niveles de confort general en la silla varían, desde el principio del test, entre **muy cómoda** y **bastante cómodo** a **entre cómoda y normal** al finalizar el ensayo. La evolución del disconfort durante el ensayo muestra como el comportamiento de la silla evoluciona durante el tiempo de ensayo de manera casi lineal.

Por otra parte, en la Figura 6 se presenta la evolución del confort general de la silla objeto de estudio frente al rango establecido por el IBV para sillas de oficina.

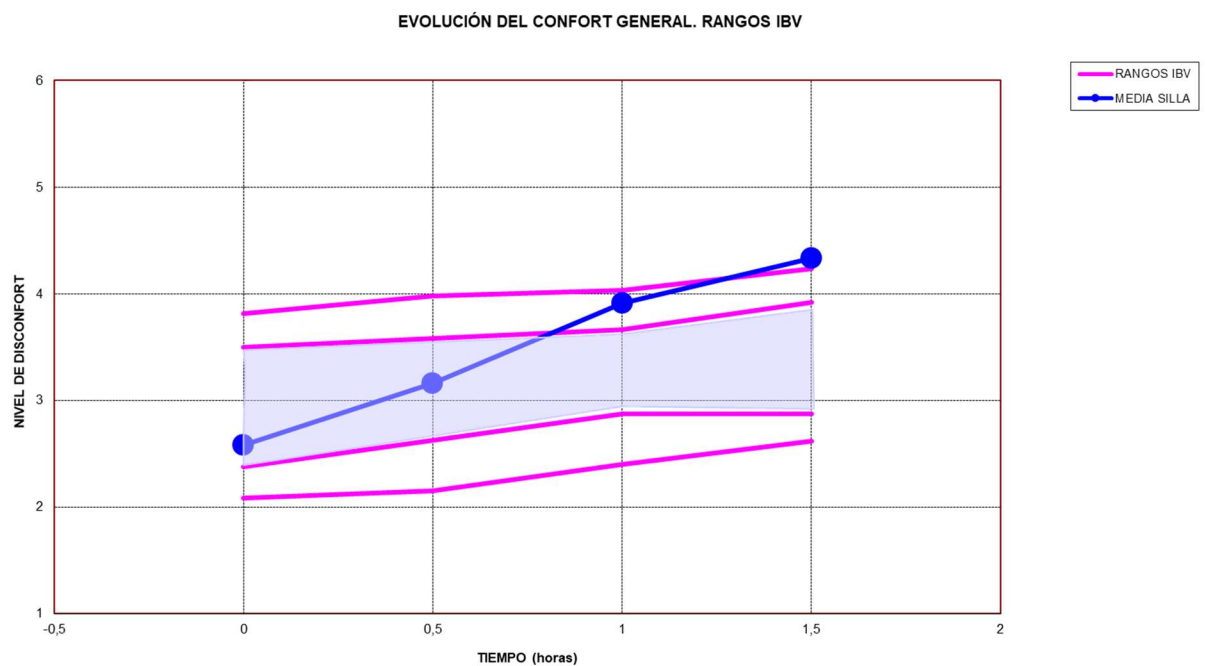


Figura 6. Evolución temporal del nivel de confort general. Rangos IBV

En esta gráfica se puede observar que hasta la última media hora de la prueba se encuentra dentro del rango establecido, teniendo antes un comportamiento bastante cómodo.

Se aprecia un aumento del disconfort con el tiempo estadísticamente significativo.

VALORACIÓN DEL TEST DE CONFORT GENERAL: BUENO

Test de molestias en partes del cuerpo

Uno de los objetivos de este test es seleccionar aquellas partes del cuerpo en las que aparecen molestias suficientemente significativas para afectar al nivel global de confort de los usuarios.

Para ello, en primer lugar, se ha analizado la evolución temporal del nivel de molestias. En la Figura 7 se muestran los valores medios de los incrementos de las molestias significativas observadas (en zona de cuello) con indicación del intervalo de confianza del 95% LSD. El resto de las molestias no sufren incrementos significativos con el tiempo.

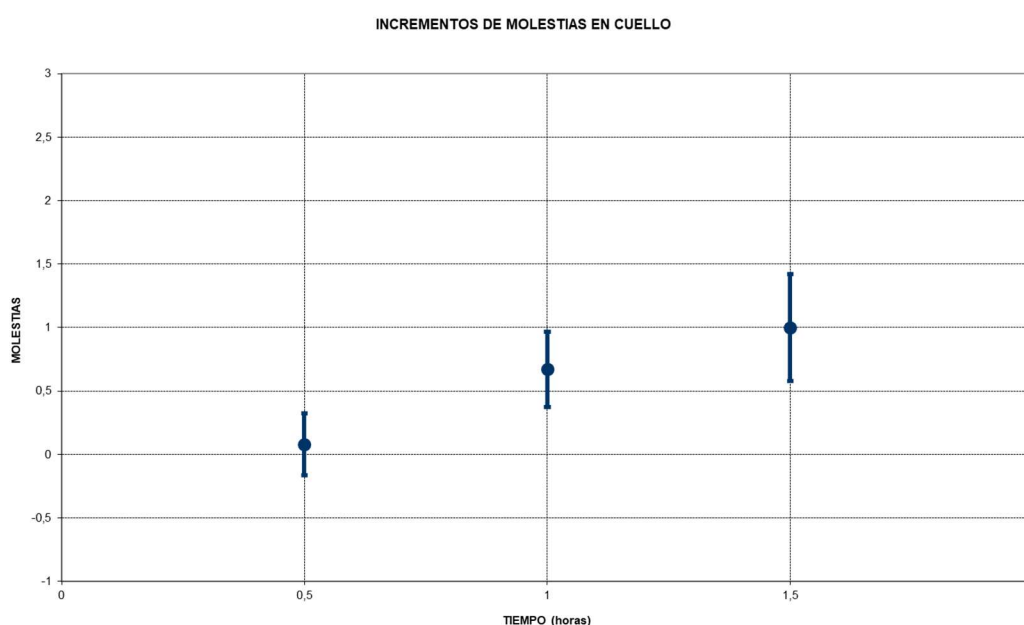


Figura 7. Evolución de molestias en cuello

Se ha analizado estadísticamente si las molestias que aumentaban con el tiempo están relacionadas con el aumento del nivel de discomfort. **Existe correlación estadísticamente significativa entre molestias que aumentan con el tiempo (cuello) y el confort general** con un nivel de significación de $\alpha < 0.05$.

Por tanto, el aumento de las molestias en el cuello con el tiempo, está relacionado de forma significativa con el aumento del discomfort.

VALORACIÓN DEL TEST DE MOLESTIAS EN PARTES DEL CUERPO: MEJORABLE

Test de juicios subjetivos sobre características del producto

La siguiente tabla incluye los resultados de la valoración de las características que se pidió a los encuestados que valorasen. En las figuras del Anexo 1 se han representado gráficamente esas valoraciones por medio de dos triángulos invertidos que corresponden a la frecuencia de aparición de juicios negativos por exceso y por defecto. Bandas de colores indican la zona de normalidad en uno y en otro caso en relación a otras sillas analizadas en el IBV.

CARACTERÍSTICAS DE LA SILLA VALORADAS POR LOS SUJETOS DE ENSAYO

MEJORABLE
ACEPTABLE
CORRECTO

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES SILLA "AS WORK"	VALORACIÓN
Altura del asiento.	Correcta
Profundidad del asiento.	Correcta
Inclinación del asiento.	Correcta
Material del asiento.	Correcta
Forma del asiento.	Correcta
¿Se clava el borde delantero?	No
Separación entre reposabrazos	Correcta
Altura de los reposabrazos	Correcta
Anchura de los reposabrazos	Correcta
Longitud de los reposabrazos	Correcta
Forma de los reposabrazos	Correcta
Altura del borde superior del respaldo.	Correcta-Demasiado bajo
Anchura del respaldo.	Correcta
Altura del apoyo lumbar.	Correcta
Perfil vertical del respaldo	Correcto
Perfil horizontal del respaldo	Correcto-Demasiado curvado
¿Se clava alguna zona del respaldo?	No
Material del respaldo	Correcto
Valoración global de la silla	Entre Cómoda y normal

REGULACIÓN DE LA ALTURA DEL ASIENTO	VALORACIÓN
Facilidad para regular la altura	Fácil
Acceso al mando de regulación	Normal-Cómodo
REGULACIÓN DE PROFUNDIDAD DEL ASIENTO	
Facilidad para regular la profundidad	Fácil
Acceso al mando de regulación	Normal-Cómodo
BLOQUEO DEL RESPALDO	
Facilidad para bloquear el respaldo	Normal-Fácil
Acceso al mando de bloqueo	Normal-Complicado
Movimiento desbloqueo del respaldo	Correcto-Brusco
REGULACIÓN DE LA SUJECIÓN LUMBAR	
Facilidad para regular la sujeción lumbar	Fácil
Acceso al mando de regulación	Cómodo
Dureza del mando de regulación	Correcto
REGULACIÓN ALTURA DEL REPOSABRAZOS	
Facilidad para regular la altura	Fácil
Acceso al mando de regulación	Cómodo

3.3. PRUEBAS BIOMECÁNICAS

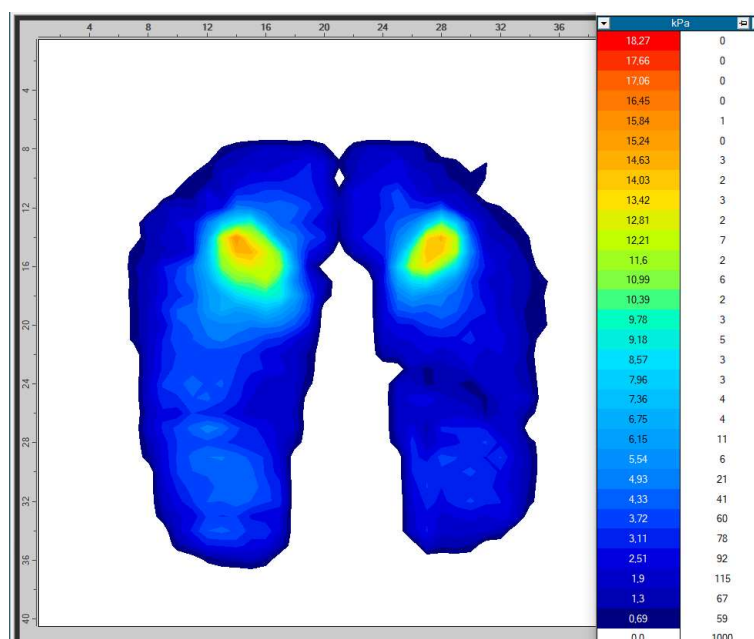
Análisis de la distribución de presiones

La presión máxima es la más relacionada con la aparición de problemas de discomfort, puesto que presiones máximas superiores a 40 KPa dan lugar a molestias en la mayoría de los usuarios. La siguiente tabla refleja los resultados de las mediciones de la distribución de presiones sobre el asiento.

PRESIONES MÁXIMA Y MEDIA DE LA SILLA

SILLA	Pmax (kPa)	Pmed (kPa)	Super. (cm ²)
MU23-0066	12,79	5,03	1176,42

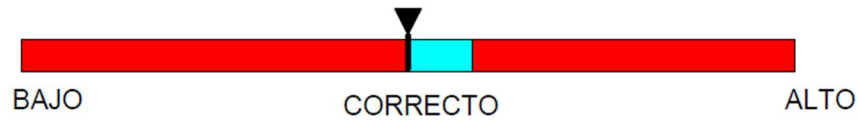
En esta tabla se observa que el asiento proporciona una superficie de apoyo a los usuarios con **presiones máximas que no superan el límite de 40 kPa.**



VALORACIÓN DEL ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE PRESIONES: BUENA

ANEXO I. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA SILLA

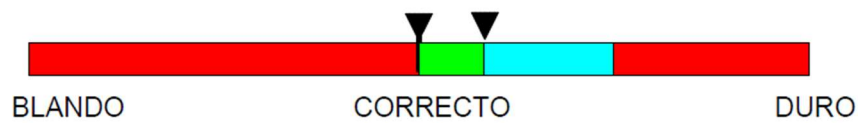
ALTURA ASIENTO



PROFUNDIDAD ASIENTO



MATERIAL ASIENTO



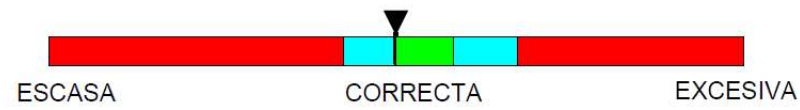
FORMA ASIENTO



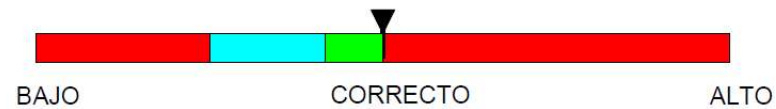
¿SE CLAVA EL BORDE DELANTERO DEL ASIENTO?



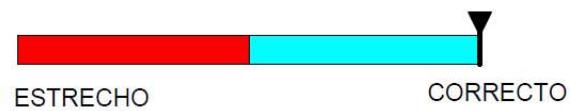
SEPARACIÓN REPOSABRAZOS



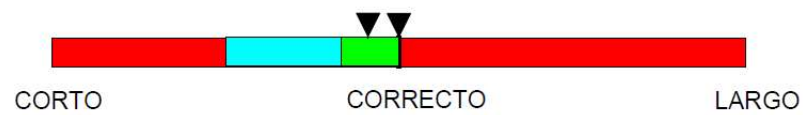
ALTURA REPOSABRAZOS



ANCHURA REPOSABRAZOS



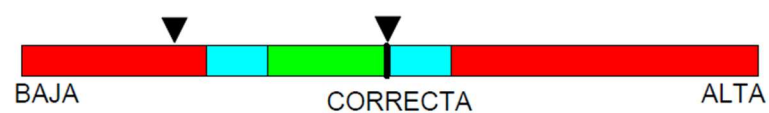
LONGITUD REPOSABRAZOS



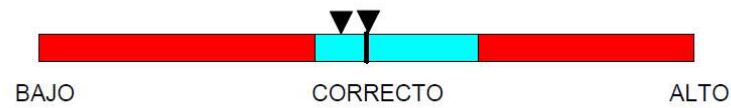
FORMA DEL REPOSABRAZOS



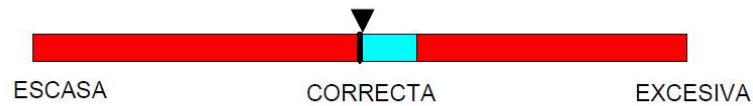
ALTURA DEL RESPALDO



ALTURA APOYO LUMBAR



ANCHURA DEL RESPALDO



PERFIL VERTICAL DEL RESPALDO



PERFIL HORIZONTAL DEL RESPALDO



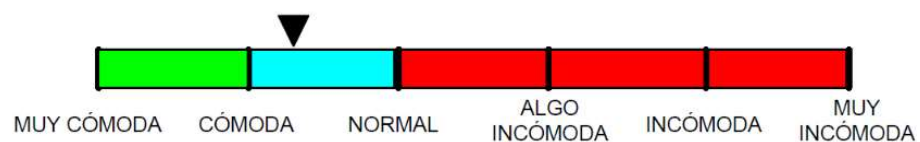
¿SE CLAVA EL RESPALDO



MATERIAL DEL RESPALDO

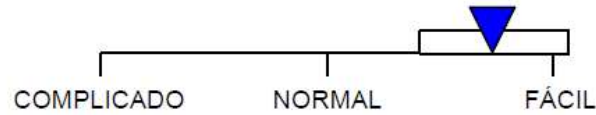


VALORACIÓN GLOBAL DE LA SILLA

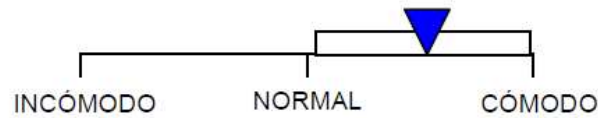


MECANISMOS

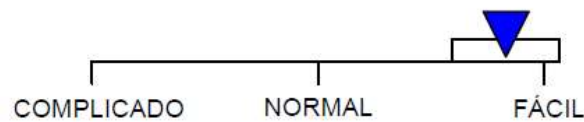
FACILIDAD PARA REGULAR LA ALTURA DEL ASIENTO



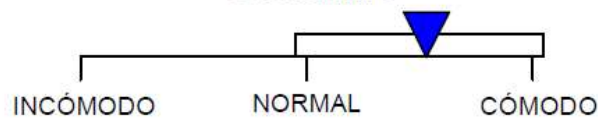
ACCESO AL MANDO PARA REGULAR LA ALTURA DEL ASIENTO



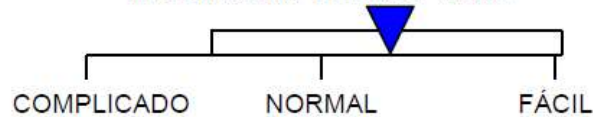
FACILIDAD PARA REGULAR LA PROFUNDIDAD DEL ASIENTO



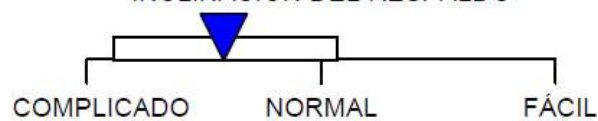
ACCESO AL MANDO PARA REGULAR LA PROFUNDIDAD DEL ASIENTO



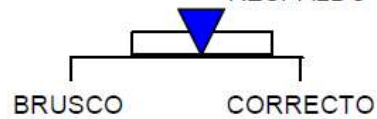
FACILIDAD PARA BLOQUEAR LA INCLINACIÓN DEL RESPALDO



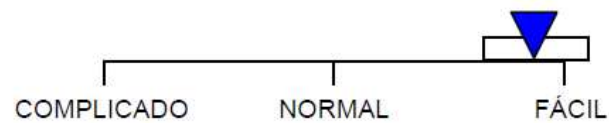
ACCESO AL MANDO PARA BLOQUEAR LA INCLINACIÓN DEL RESPALDO



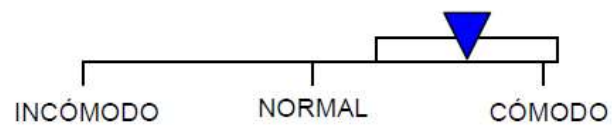
MOVIMIENTO DE DESBLOQUEO DE LA POSICIÓN DEL RESPALDO



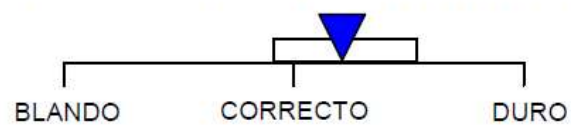
FACILIDAD PARA REGULAR LA SUJECCIÓN LUMBAR



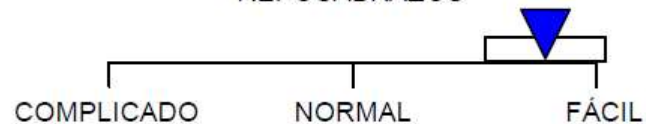
ACCESO AL MANDO PARA REGULAR LA SUJECCIÓN LUMBAR



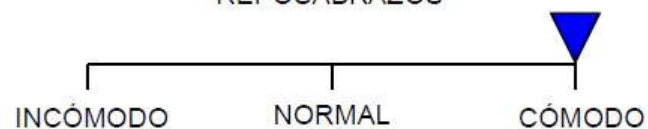
DUREZA DEL MANDO PARA REGULAR LA SUJECCIÓN LUMBAR



FACILIDAD PARA REGULAR LA ALTURA DEL REPOSABRAZOS



ACCESO AL MANDO PARA REGULAR LA ALTURA DEL REPOSABRAZOS





Innovación al
cuidado de las
personas

Centro tecnológico concertado por:



GENERALITAT
VALENCIANA

iVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA

ibv.org