



# Manual de normas técnicas para el diseño ergonómico de puestos con pantallas de visualización (2ª Edición)

## Presentación

La favorable acogida de la primera edición de este manual y la demanda existente por parte de los colectivos involucrados en la evaluación y acondicionamiento ergonómico de los puestos equipados con pantallas de visualización de datos han propiciado que el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo publique la presente edición actualizada.

Actualmente, está fuera de duda que la ergonomía de los puestos con pantallas de visualización de datos constituye un requisito imprescindible para prevenir los problemas derivados del trabajo habitual y prolongado con este tipo de equipos: trastornos oculares, fatiga mental y problemas musculoesqueléticos. A estos problemas se encuentran expuestos actualmente extensos colectivos de trabajadores, colectivos cuyo crecimiento corre paralelo a la incesante expansión de la informática en las oficinas y otros lugares de trabajo.

La presente publicación contiene criterios técnicos que vienen a complementar los contenidos en la Guía Técnica sobre puestos con pantallas de visualización de datos, publicada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo en cumplimiento de lo establecido en el Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, que regula el trabajo con esta clase de equipos.

Ángel Rubio Ruiz  
Director del INSHT

## ÍNDICE

Introducción

Capítulo 1. Problemática del trabajo con pantallas de visualización de datos

Capítulo 2. Guía general para el diseño de tareas de oficina con equipos de PVD

Capítulo 3. Requerimientos de diseño para las pantallas de visualización de datos

Capítulo 4. Requerimientos de diseño para los dispositivos de entrada de datos

Capítulo 5. El diseño físico del lugar de trabajo

Capítulo 6. Requerimientos del medio ambiente físico

Capítulo 7. Aspectos relativos a la ergonomía de software

Capítulo 8. El concepto de "usabilidad" aplicado al diseño de sistemas con PVD

Bibliografía

Anexo I.

Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre trabajo con pantallas de visualización

Anexo II.

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre lugares de trabajo



---

## Introducción

El objetivo de este manual es dar a conocer los principales aspectos de las normas técnicas de ámbito europeo e internacional referidas al diseño ergonómico de puestos que utilizan equipos con pantallas de visualización de datos (PVD).

El manual está basado, principalmente, en el contenido de las normas técnicas desarrolladas en el seno del Comité Europeo de Normalización (CEN) en colaboración con ISO, concretamente en las normas ISO-9241 y EN-ISO 9241.

Estas normas técnicas están referidas al trabajo de oficina con equipos de PVD, si bien la aplicación de gran parte de sus recomendaciones podría hacerse extensiva a otras actividades en las que se utilicen dichos equipos.

La extensión y complejidad técnica de dichas normas hace que resulten difícilmente accesibles y poco operativas para su aplicación directa por parte de algunos colectivos involucrados en la prevención de riesgos laborales relacionados con este tipo de puestos: empresarios, prevencionistas, responsables de la adquisición de equipos, usuarios, etc. Esto resulta tanto más preocupante cuanto que la utilización generalizada de los equipos informáticos dotados de PVD, como herramientas de trabajo, hace necesario disponer de criterios técnicos claros, fiables y ampliamente consensuados, destinados a optimizar el diseño de los puestos correspondientes.

En este manual se han recogido los aspectos más relevantes de la citada normativa, considerando las necesidades de todas aquellas personas relacionadas con el acondicionamiento ergonómico de puestos de trabajo con PVD. A este fin, se ha procedido a seleccionar y agrupar las diferentes materias de la forma más idónea para facilitar su aplicación práctica, abarcando, en su conjunto, los aspectos concernientes a los equipos, al diseño físico del lugar de trabajo, la adecuación del medio ambiente físico, los aspectos básicos del diseño de tareas y los principios a considerar en la llamada "ergonomía del software".

En todo caso, en España es necesario tener en cuenta los requisitos mínimos legales establecidos en el Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, referente a las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.

## Capítulo 1. Problemática del trabajo con pantallas de visualización de datos

La frecuencia de los trastornos musculoesqueléticos y de los problemas relacionados con la fatiga visual y mental suele ser mayor en los trabajadores usuarios de pantallas de visualización que en los que realizan otras actividades tradicionales de oficina. Algunas investigaciones han mostrado que la clase y frecuencia de las molestias dependen del tiempo de trabajo diario con la pantalla y del tipo de tarea realizada. La clasificación basada en la tarea predominante realizada por el operador permite caracterizar las actividades llevadas a cabo con pantallas de visualización de datos de la siguiente forma:

- **Entrada de datos**

La información es tecleada habitualmente de acuerdo con un formato establecido. El volumen de trabajo suele ser alto, con pocas interrupciones, poco control del ritmo de trabajo por parte del operador y pocas oportunidades para la toma de decisiones.

- **Consulta de datos**



La información se lee en pantalla, lo que conlleva una frecuente visualización de la misma. La frecuencia de tecleo es media y con interrupciones, mientras que el control del ritmo y la oportunidad de tomar decisiones es variable.

- **Diálogo**

Este tipo de actividad conlleva la introducción y lectura de información. La frecuencia de tecleo es alta pero intermitente, y la visualización de la pantalla es alta. El control del ritmo de trabajo por parte del operador y la oportunidad de tomar decisiones es variable.

- **Tratamiento de textos**

Conlleva la introducción e impresión de textos, así como la búsqueda, organización del formato y realización de correcciones. La frecuencia de tecleo es alta pero intermitente, la visualización se reparte entre el documento y la pantalla. Existe alguna oportunidad de controlar el ritmo de trabajo y de tomar decisiones.

- **Programación y diseño asistido**

Estas actividades se consideran habitualmente como de tipo profesional. La frecuencia de tecleo suele ser baja e intermitente, combinado con visualizaciones de pantalla y documentos. El tiempo ante la pantalla puede ser muy variable, con interrupciones frecuentes, y existen mayores posibilidades de controlar el ritmo de trabajo y la toma de decisiones.

La caracterización hecha para las principales actividades realizadas con pantallas de visualización de datos (PVD) muestra el origen de muchos de los problemas sufridos habitualmente por los operadores de estos equipos; principalmente trastornos musculoesqueléticos, problemas visuales y fatiga mental.

Trastornos musculoesqueléticos

Estos trastornos se localizan habitualmente en el cuello, espalda, hombros, brazos y manos. Muchos de ellos se deben al mantenimiento de posturas estáticas prolongadas, habituales en muchas de las actividades realizadas con PVD, así como a la adopción de posturas incorrectas, que pueden ser propiciadas por un diseño inadecuado del puesto.

Los trastornos sufridos en las manos y en el cuello pueden ser también debidos, respectivamente, a los movimientos repetitivos necesarios para teclear y a los giros de cabeza realizados durante la lectura alternativa de la pantalla y los documentos de trabajo.

Problemas visuales y oculares

Las irritaciones oculares, ojos enrojecidos, visión borrosa, etc., se pueden derivar, entre otras cosas, del movimiento repetitivo de los ojos y de los sucesivos esfuerzos de acomodación realizados durante las tareas de lectura de la pantalla y de los documentos. Estos esfuerzos serán tanto mayores cuanto peor sea la legibilidad de dichos soportes y cuanto mayor sea la diferencia de sus distancias a los ojos del operador.

Otro de los factores que está en el origen de muchos de los problemas visuales consiste en los desequilibrios de luminosidad entre los diversos componentes de la tarea visual (principalmente entre una pantalla oscura y unos documentos claros) así como entre esta y el entorno. Cuando la diferencia de luminosidad entre documento y pantalla es excesiva, las rápidas y frecuentes transiciones visuales entre estos elementos pueden conducir a la fatiga visual, como consecuencia del repetido esfuerzo de adaptación exigido a los ojos del operador.

De manera análoga, si la luminosidad del entorno del puesto es muy diferente a la de la pantalla, la necesidad de adaptación de los ojos del operador a su lectura puede entrar en conflicto con los requerimientos de adaptación a los niveles de luminosidad del entorno.



## Fatiga mental

Suele ser un trastorno bastante frecuente en las actividades realizadas en los puestos de trabajo con equipos de PVD.

Este problema puede tener su origen en la organización inadecuada de la tarea, derivada, en general, de una organización del trabajo deficiente, como, por ejemplo, un ritmo y volumen elevados de trabajo o la ejecución de actividades monótonas y repetitivas. Otro de los factores determinantes de la fatiga mental lo constituye la inadecuación de los programas informáticos utilizados por el usuario para la realización de su tarea.

Muchos de los aspectos relativos a la organización del trabajo pueden ser también la causa de problemas de tipo psicosocial, como, por ejemplo, la excesiva división y falta de contenido de las tareas y la imposibilidad de tomar decisiones durante su realización. Estos inconvenientes se presentan con mayor frecuencia en las tareas limitadas a la introducción de datos.

## Normativa sobre puestos de trabajo con PVD

La existencia de los mencionados problemas, unido al gran tamaño del colectivo de empleados de oficina que trabajan actualmente con pantallas de ordenador, justifican la existencia de una normativa específica sobre el tema. En España se dispone del Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, transposición de la Directiva 90/270/CEE, "referente a las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización".

La citada Directiva europea es la quinta Directiva específica prevista en la Directiva Marco 89/391/CEE, "relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo". Ambas derivan de la Dirección General V del Consejo de la UE, de donde dimanaban las directivas sobre Seguridad y Salud en el Trabajo.

El Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, es actualmente la única norma legal en nuestro país que regula, de forma específica, el trabajo en puestos con PVD y aborda los aspectos relativos al acondicionamiento ergonómico de este tipo de puestos. Ahora bien, el acondicionamiento ergonómico de estos puestos de trabajo requiere el empleo de especificaciones técnicas mucho más detalladas que las que conviene incluir en una norma legal; las especificaciones técnicas de ese tipo son materia de normalización.

## Las normas técnicas ISO 9241, EN-ISO 9241 y UNE-EN-ISO 9241 sobre PVD

El Comité Europeo de Normalización, en colaboración con la Organización Internacional de Normalización (ISO), ha venido impulsando la elaboración de las normas ISO 9241 y EN-ISO 9241 "Ergonomics requirements of visual display terminals (VDT's) used for office tasks".

Estas normas establecen los requisitos ergonómicos para equipos de PVD usados en actividades de oficina, con objeto de asegurar que los usuarios puedan desarrollar sus actividades de manera segura, eficiente y confortable.

Los destinatarios son los diversos agentes implicados en el diseño, fabricación, adquisición y uso de los equipos de PVD, así como los responsables de dirigir y supervisar las actividades realizadas con ellos. Si bien una parte importante de su contenido está dedicada al diseño de los equipos de PVD, también se abordan los aspectos relativos al diseño físico del puesto, al medioambiente físico y a la gestión y organización del trabajo con estos equipos.

La norma europea EN-ISO 9241 debe ser asumida íntegramente como norma propia por los organismos de normalización de los países miembros de la UE, conforme van siendo aprobadas sus diferentes partes por el Comité Europeo de Normalización. Así lo ha hecho la Asociación Española de Normalización (AENOR) con la referida norma, transponiéndola como UNE-EN-ISO 9241.



De acuerdo con la primera parte transpuesta de la norma ISO-EN-9241, "Introducción general", la traducción a nuestro idioma de los títulos correspondientes a las 17 partes de las que consta la citada norma, presentadas bajo el título general de "Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos", es la siguiente:

Parte 1: "Introducción general"

Parte 2: "Guía general sobre los requisitos de la tarea"

Parte 3: "Requisitos de las pantallas de visualización"

Parte 4: "Requisitos del teclado"

Parte 5: "Concepción del puesto de trabajo y exigencias posturales"

Parte 6: "Requisitos ambientales"

Parte 7: "Requisitos relativos a los reflejos en las pantallas"

Parte 8: "Requisitos para las pantallas en color"

Parte 9: "Requisitos para dispositivos de entrada diferentes al teclado"

Parte 10: "Principios de diálogo"

Parte 11: "Declaraciones de usabilidad"

Parte 12: "Presentación de la información"

Parte 13: "Guía general para el usuario"

Parte 14: "Diálogos por menús"

Parte 15: "Diálogos por comandos"

Parte 16: "Diálogo por acceso directo"

Parte 17: "Diálogo por cumplimentación de formularios"

Si bien dichas normas están referidas al trabajo de oficina con equipos de PVD, la aplicación de gran parte de su contenido podría hacerse extensiva a otras muchas actividades.

### **Concepción y diseño ergonómico de los puestos con PVD**

El puesto de trabajo con pantalla de visualización se puede considerar como un sistema persona/máquina, en el que se pueden distinguir los siguientes elementos:

El trabajador usuario

La configuración física del puesto

La interfaz física de comunicación

Los programas de ordenador

El medio ambiente físico

La organización del trabajo

Desde el punto de vista ergonómico, el subsistema técnico, constituido por el equipo informático, los programas, los elementos accesorios y el mobiliario, así como por el medio ambiente físico y la organización del trabajo, deben ser acondicionados en función de las necesidades de la tarea y de las características y limitaciones del subsistema humano.

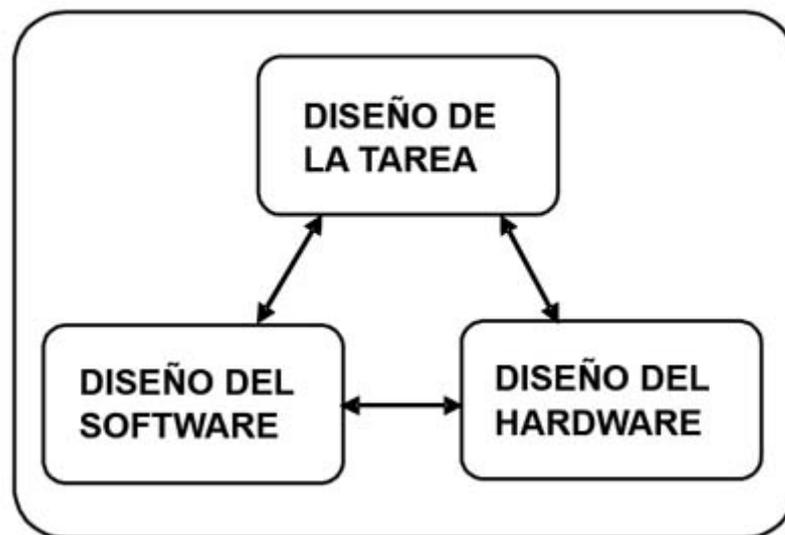
## Capítulo 2. Guía general para el diseño de tareas de oficina con equipos de PVD

La informatización de las actividades de oficina puede tener consecuencias sobre la organización del sistema productivo, afectando a su estructura, a sus funciones y al entorno organizativo. Se pueden producir cambios en las pautas de interacción, en las interdependencias individuales, técnicas y organizativas así como en el contenido de las tareas.

La aplicación de los principios ergonómicos a los sistemas de tratamiento de la información consiste en la integración de los siguientes aspectos:

Figura 1

### MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO



Con el fin de que los cambios afecten de manera positiva a la salud y bienestar de los usuarios, es preciso tener en cuenta las recomendaciones que se exponen a continuación para el diseño de tareas y puesta en marcha de los planes de informatización en oficinas.

#### 1. Requerimientos generales para el diseño de las tareas

Lo que se debe conseguir	Lo que se debe evitar
a. Facilitar al usuario la realización o de su tarea. b. Salvaguardar su salud y promover su bienestar en el	d. Las situaciones de sobrecarga subcarga.



<p>trabajo.</p> <p>c. Dar oportunidades al usuario para que pueda desarrollar sus capacidades y habilidades en las tareas que le conciernen.</p>	<p>e. La repetitividad que pueda provocar monotonía e insatisfacción.</p> <p>f. La presión indebida de tiempos.</p> <p>g. Las situaciones de aislamiento, que impidan el contacto social.</p>
--	---

### **Características del diseño correcto de tareas**

Posibilitar la aplicación de una variedad apropiada de actividades y de habilidades.

Asegurar que la tarea sea identificable como una unidad completa y significativa de trabajo y no como algo fragmentado y sin contenido.

Proporcionar al usuario un grado de autonomía suficiente, para que pueda decidir procedimientos, establecer prioridades y seguir su propio ritmo de trabajo.

Proporcionar al usuario una retroacción ("feed-back") adecuada.

Darle oportunidades para que pueda desarrollar su capacidad y habilidades así como adquirir otras nuevas en relación con las tareas que le conciernen.

### **Criterios y procedimientos específicos de diseño**

Con el fin de lograr los objetivos descritos es preciso considerar los siguientes criterios:

No existe una sola mejor vía de diseño de tareas que considere los requerimientos del usuario, la eficiencia, la salud y el bienestar.

Para evaluar y comparar diseños alternativos de la tarea puede utilizarse como guía la relación de requerimientos proporcionados en el punto anterior ("Características del diseño correcto de tareas").

En la formulación de nuevas versiones de la tarea deben ser mantenidos o mejorados los aspectos positivos de la anterior (criterio comparativo).

Una parte importante del procedimiento de diseño de tareas es la obtención de datos válidos y precisos de los propios usuarios. Esto puede lograrse mediante la aplicación de diversas técnicas: entrevista, cuestionario, observación directa, etc.

Hay tres aspectos que son particularmente importantes por su influencia en el diseño de las tareas con equipos de PVD:

La duración y distribución de los tiempos de espera mientras se trabaja con el sistema.

El grado de autonomía del usuario para decidir cuándo y cómo utilizar el sistema.

El grado en que el usuario depende del sistema para poder realizar su tarea.

Para cada uno de esos tres aspectos existen intervalos aceptables. La interdependencia entre ellos tiene un efecto importante sobre los objetivos marcados en la puesta en marcha del plan de informatización.



## 2. Puesta en marcha del plan de informatización

Se hace necesario establecer un plan de puesta en marcha del proceso de informatización si se quieren anticipar y dirigir los cambios físicos y psicológicos que tendrán lugar en la organización antes, durante y después de informatizar las tareas de oficina.

La participación de los usuarios en este proceso es de gran importancia para la consecución de los objetivos de manera eficaz y funcional.

La puesta en marcha del plan de informatización requiere tener en cuenta los aspectos siguientes:

### Aspectos organizativos

¿Es necesario establecer cambios en las operaciones y en las interacciones funcionales?

¿Es necesario reestructurar la organización?

Considerar los requerimientos ergonómicos del medio ambiente físico

### Aspectos del equipamiento y de las condiciones físicas

Examinar las características del hardware y del software en relación con sus posibilidades y su diseño ergonómico.

Considerar los requerimientos ergonómicos del medio ambiente físico.

Considerar el diseño ergonómico de las sillas, mesas y resto del mobiliario.

### Aspectos relativos al personal

¿Son adecuados los cambios en la planificación del personal y en las normas de trabajo?

¿Son adecuados los cambios de criterio en los procedimientos de selección, para la contratación de nuevo personal, respecto a los procedimientos habituales?

¿Están adecuadamente diseñados y con dotación suficiente los programas de entrenamiento?

### Recomendaciones adicionales relativas a la participación

El plan de informatización debería asegurar:

Que los trabajadores afectados estén completamente informados y con suficiente antelación.

Que los trabajadores afectados participen en las etapas de planificación y puesta en marcha del plan de informatización.

2. La información a los empleados debería incluir:

Los cambios previstos en la organización de las tareas y en el proceso de trabajo.

Las características de los equipos que se van a introducir y las razones que justifican su adopción.

Los posibles cambios que se van a producir en la estructura organizativa.

Los cambios previsibles en las cualificaciones exigidas y, en su caso, los programas de reciclaje previstos.

Posibles problemas para la salud y la manera de prevenirlos.

Otras repercusiones en el personal, (cambios en los equipos de trabajo, horario, etc.)

Información sobre trabajos alternativos y calendario de los cambios.

### Capítulo 3. Requerimientos de diseño para las pantallas de visualización de datos

Los principales factores que determinan la legibilidad y el uso confortable de las pantallas de visualización de datos (PVD) se pueden clasificar del modo siguiente:

1. Aspectos relativos a la colocación de las PVD
2. Características de los símbolos alfanuméricos
3. Características técnicas de la propia pantalla
4. Requerimientos para pantallas en color
5. Los reflejos en la superficie de las pantallas

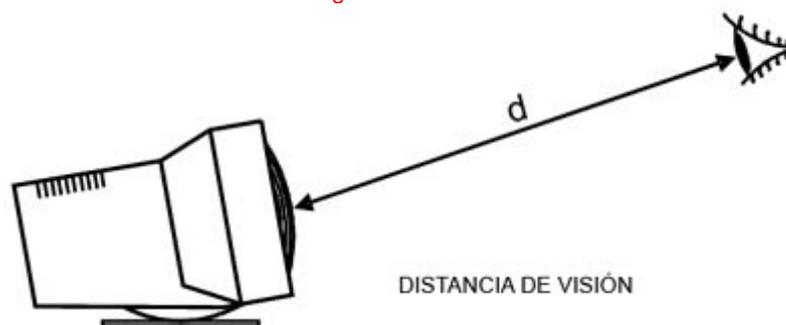
#### 1. Aspectos relativos a la colocación de las PVD

##### Distancia de visión

Para las tareas habituales la distancia de visión, **d**, no debe ser inferior a 400 mm.

En ciertas aplicaciones especiales (como, por ejemplo, en pantallas táctiles) esa distancia de visión no debe ser inferior a 300 mm.

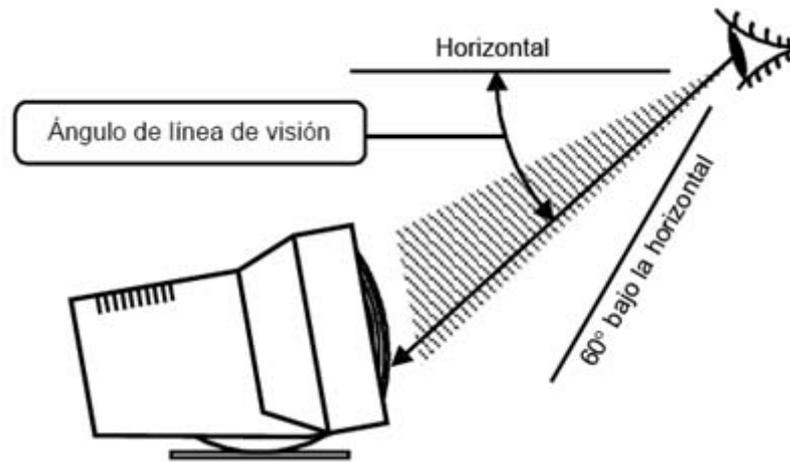
Figura 2



En cualquier caso, si la tarea requiere una lectura frecuente de la pantalla, el diseño del puesto debe permitir la colocación de ésta a una distancia tal que la altura de los caracteres subtienda un **ángulo de 20 a 22 minutos de arco** (ver más adelante el punto 3.2. relativo a las características de los símbolos representados en pantalla).

##### Ángulo de la línea de visión

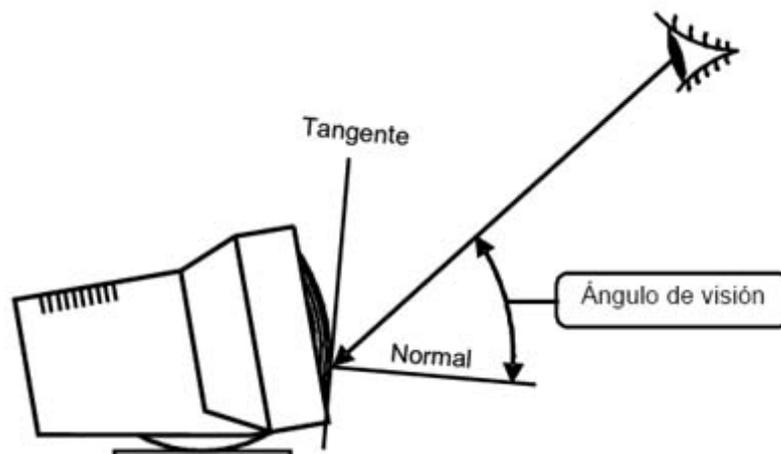
Figura 3



Debe ser factible orientar la pantalla de manera que las áreas vistas habitualmente puedan serlo bajo ángulos comprendidos entre la línea de visión horizontal y la trazada a 60° bajo la horizontal.

#### Ángulo de visión

Figura 4



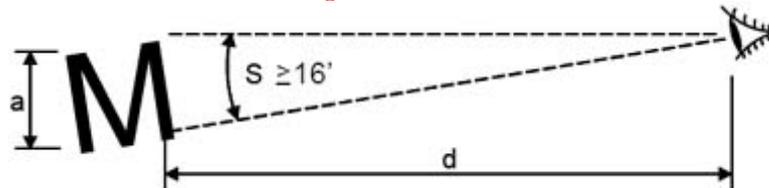
La pantalla debe ser legible con ángulos de visión de hasta 40°, trazados entre la línea de visión y la perpendicular a la superficie de la pantalla en cualquier punto de la misma.

En todo caso, para mejorar la visualización de la pantalla es deseable que la curvatura de su superficie sea lo menor posible, es decir, lo más plana posible. Ello también contribuirá a reducir los reflejos molestos provocados en la pantalla por las eventuales fuentes luminosas del entorno.

## 2. Características de los símbolos alfanuméricos representados en pantalla

Estos aspectos han de ser examinados a la hora de adquirir los monitores de visualización, considerando al mismo tiempo la posibilidad de cambiar las características y tamaño de los caracteres a través del software utilizado.

Figura 5



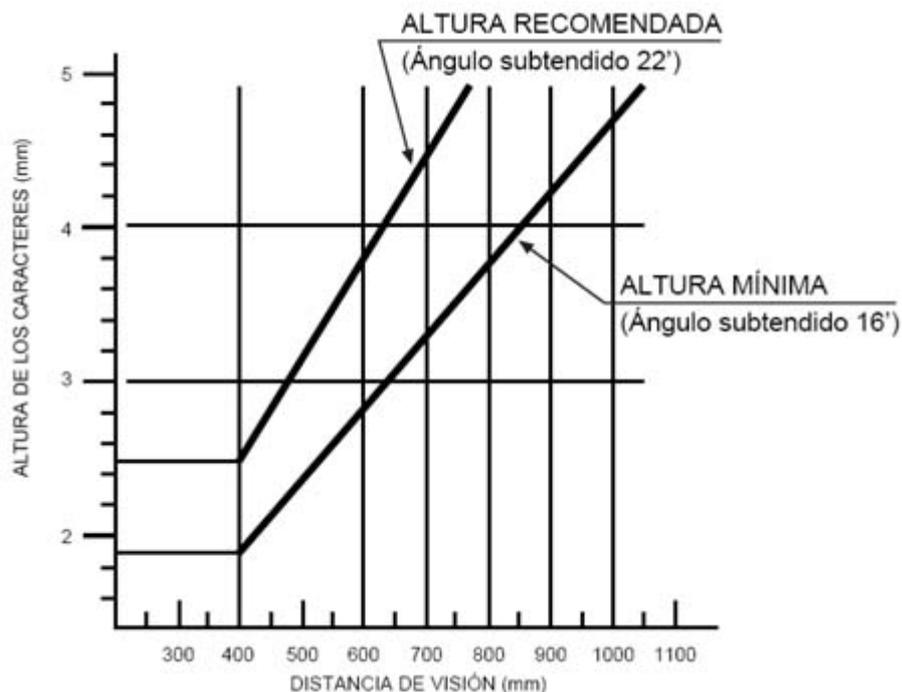
La altura, **a**, requerida para los caracteres depende de la distancia de visión, **d** (ambos parámetros determinan el ángulo **s**, subtendido por los caracteres).

Para la mayoría de las tareas se recomienda que dicho ángulo, **s**, esté comprendido **entre 20 y 22 minutos de arco**. El mínimo admisible (para lectura ocasional, notas a pie de página, etc.) es de 16 minutos de arco.

Figura

Altura de los caracteres en función de la distancia de visión

6

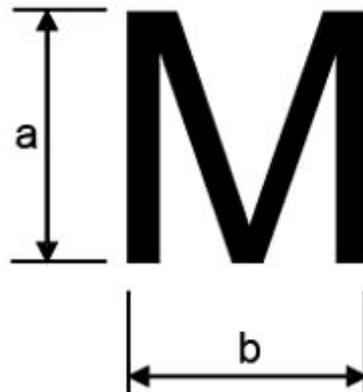


### Relación anchura/altura de los caracteres

Con el fin de lograr una legibilidad óptima de los caracteres se recomienda una relación anchura/altura, **b/a**, comprendida **entre 0,7:1 y 0,9:1**.

En ciertos casos, como por ejemplo cuando se utiliza espaciado proporcional, se puede admitir una relación anchura/altura comprendida entre 0,5:1 y 1:1.

Figura 7

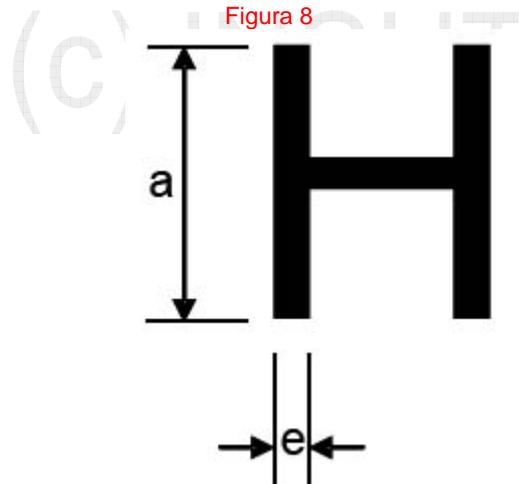


#### Anchura del trazo de los caracteres

La anchura, e, del trazo de los caracteres debe estar dentro del rango comprendido **entre 1/6 a 1/12 de la altura, a, de los caracteres.**

La mayor anchura del trazo se recomienda para el modo de representación de pantalla en positivo (caracteres oscuros sobre fondo claro de pantalla) y la menor anchura para el modo negativo de representación (caracteres brillantes sobre fondo oscuro).

Figura 8

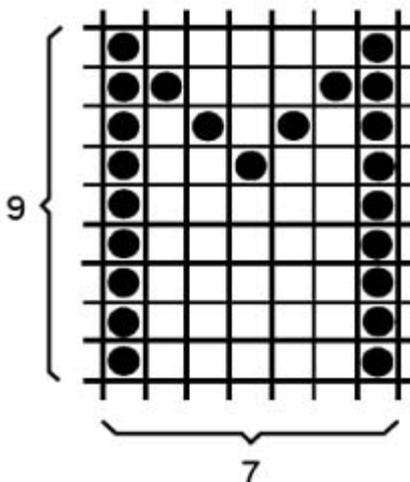


#### Formato de los caracteres

La matriz de representación de los caracteres en pantalla debe estar constituida por un **mínimo de 5 x 7 "píxeles"**.

No obstante, para las tareas que conlleven una frecuente lectura o donde sea importante asegurar la legibilidad, la matriz de representación debe tener **como mínimo un formato de 7 x 9 "píxeles"**.

Figura 9



En cualquier caso, los requisitos mínimos de la pantalla de visualización se deberían adecuar al tipo de tarea que se realice. La Guía Técnica sobre pantallas de visualización de datos, editada por el INSHT, recomienda las siguientes características mínimas, en función del tipo de trabajo principal que se realice:

Trabajo Principal	Tamaño (Diagonal)	Resolución ("Píxeles")	Frecuencia de Imagen
OFICINA	35 cm (14")	640 x 480	70 Hz
GRÁFICOS	42 cm (17")	800 x 600	70 Hz
PROYECTO	50 cm (20")	1024 x 768	70 Hz

### Otros requisitos

#### Uniformidad del tamaño de los caracteres

La altura y anchura de cada carácter específico de una fuente de caracteres no debe variar más del  $\pm 5\%$  de las dimensiones nominales del carácter, independientemente del lugar de la pantalla donde se presente.

#### Espacio entre caracteres

Este espacio debe ser al menos igual a la anchura del trazo o a la de un "pixel".

#### Distancia entre palabras

La distancia entre palabras debe ser al menos igual a la anchura de un carácter (o bien a la anchura correspondiente a la letra "N" cuando se emplea el sistema de espaciado proporcional).

#### Distancia entre líneas

Esta distancia debe ser al menos igual al espacio correspondiente a un "pixel" entre las líneas del texto. Dicha zona no debe contener partes de caracteres pero sí puede contener subrayados.

### 3. Características técnicas de la propia pantalla

### Luminancia de la pantalla

La pantalla debe ser capaz de proporcionar una luminancia de **al menos 35 Cd/m<sup>2</sup>** para los caracteres.

Si se utiliza codificación por luminancia (caracteres con diferente nivel de luminancia), ése será el nivel mínimo para la luminancia más baja.

No obstante, el nivel preferido de luminancia se sitúa en torno a **100 Cd/m<sup>2</sup>**, sobre todo en entornos de alta luminancia.

### Contraste de luminancia

El contraste de luminancia entre los caracteres y el fondo de pantalla es un aspecto que el usuario ha de poder ajustar con arreglo a sus necesidades, actuando sobre los controles de luminancia y brillo.

Para ello, aparte de los correspondientes controles de ajuste, las características técnicas de la pantalla han de permitir que el contraste alcanzado se atenga a los siguientes mínimos:

### Modulación de contraste

La modulación de contraste, **C<sub>m</sub>**, debe ser **al menos de 0,5**.

$$C_m = \frac{L_c - L_f}{L_f}$$

$L_c$  = Luminancia de los caracteres  
 $L_f$  = Luminancia del fondo

### Relación de contraste

La relación de contraste, **C<sub>r</sub>**, debe ser **al menos de 3:1**.

$$C_r = \frac{L_c}{L_f}$$

### Polaridad de la imagen

Son aceptables las dos formas de polaridad; en positivo (caracteres oscuros sobre fondo claro) y en negativo; cada una de ellas tiene sus ventajas e inconvenientes.

Características de la polaridad de pantalla	
POLARIDAD POSITIVA	POLARIDAD NEGATIVA
<ul style="list-style-type: none"><li>○ Los reflejos son menos perceptibles.</li><li>○ Los bordes de los caracteres aparecen más nítidos.</li><li>○ Se obtienen más fácilmente el equilibrio de luminancias.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>○ El parpadeo es menos perceptible.</li><li>○ La legibilidad es mejor para las personas con menor agudeza visual.</li><li>○ Los caracteres se perciben mayores de lo que son.</li></ul>

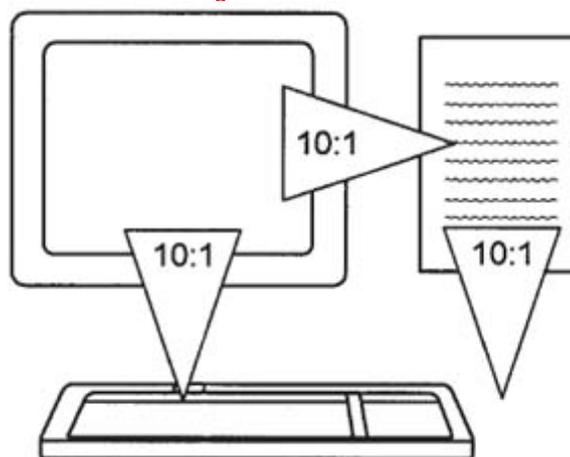
### Equilibrio de luminancias

La relación de luminancias entre partes de la tarea observadas frecuentemente, como, por ejemplo, entre pantalla y documento, **debe ser inferior a 10:1**.

No obstante, para un buen acondicionamiento se aconseja que dicha relación no sea mayor de 3:1.

La relación de luminancias entre la tarea y el entorno del puesto admite límites más amplios. Se considera que una relación de 100:1 puede producir una cierta reducción en la ejecución de la tarea. No obstante, para un buen acondicionamiento es aconsejable que dicha relación no sea mayor de 10:1.

Figura 10



### Uniformidad de la luminancia en pantalla

La variación de luminancia desde el centro de la pantalla hasta el borde de cualquier zona de la misma **no deberá exceder la relación 1,7:1**. Este requerimiento no se aplica a las pantallas en color.

### Codificación por diferencia de luminancia

Las áreas o partes codificadas exclusivamente por niveles distintos de luminancia (por ejemplo, distintas partes de un texto) deben tener al menos una **relación de luminancias de 1,5:1**.

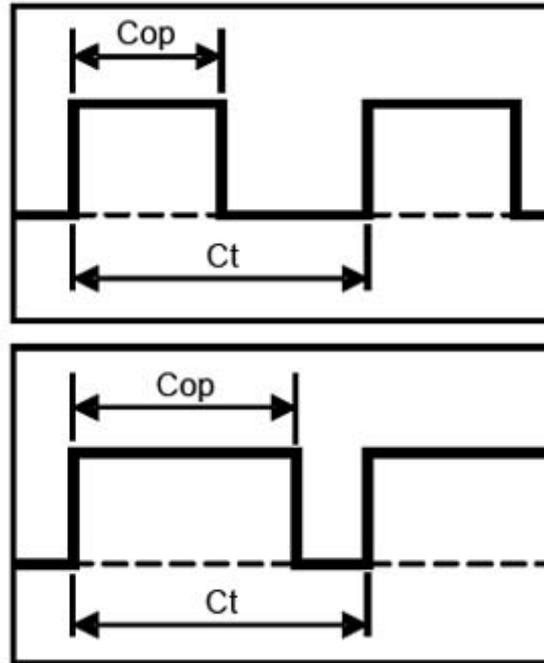
### Codificación mediante intermitencia

Cuando se utilice únicamente para atraer la atención se recomienda una frecuencia de 1,5 a 5 Hz, y un ciclo operatorio del 50% ( $C_o = 0,5 C_t$ ).

Cuando se requiera la legibilidad de los símbolos durante la intermitencia se recomienda un rango de intermitencia simple de 1/3 a 1 Hz, con un ciclo operatorio del 70% ( $C_{op} = 0,7 C_t$ ).

Se recomienda que exista la posibilidad de suprimir la intermitencia del cursor.

Figura 11



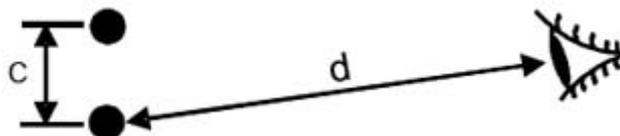
#### Inestabilidad temporal (parpadeo de la imagen)

La imagen de la pantalla debe verse libre de parpadeos por al menos el 90% de la población de usuarios.

#### Inestabilidad espacial (centelleo de la imagen)

La imagen de la pantalla debe mantenerse estable espacialmente. Se considera que esto se cumple cuando la oscilación de la posición geométrica,  $c$ , de un elemento pictográfico en la pantalla no excede de 0,0002 mm por cada mm de distancia de visión nominal,  $d$ , a la pantalla, ( $c < 0,02\%$  de la distancia  $d$ ).

Figura 12



Lo anterior debe cumplirse para el rango de frecuencias de centelleo comprendido entre 0,5 Hz y 30 Hz.



#### 4. Requerimientos para pantallas en color

Estos aspectos han de ser considerados en la adquisición de los monitores de visualización en color, pero al mismo tiempo concierne también a las posibilidades de control a través del software utilizado.

Las normas que se exponen a continuación se aplican únicamente a las características del color empleado en los textos y gráficos simples, que no presenten gradaciones continuas de tonalidad o apariencia fotográfica.

##### Juego de colores "por defecto"

El sistema debe proporcionar un juego de colores "por defecto" (en ausencia de especificación del usuario) para las aplicaciones que requieran la identificación y discriminación del color.

En las actividades que requieran la discriminación e identificación de cada color específico no deben emplearse más de **11 colores** distintos.

##### Altura y tamaño de los caracteres y símbolos

Cuando se requiera identificar con precisión el color de los símbolos y caracteres alfanuméricos su altura debe **subtender al menos 20 minutos de arco** a la distancia de visión nominal.

Si esa necesidad de identificación se refiere a un símbolo o carácter aislado, su tamaño debe subtender al menos **30 minutos de arco** (preferiblemente 45').

Para las imágenes que subtendan un ángulo menor de 2 grados debe evitarse la utilización del azul saturado.

##### Legibilidad en pantallas de color

La medida relevante para expresar la legibilidad es el contraste de luminancias, de igual forma que para las pantallas monocromáticas.

##### Efectos del fondo y del entorno sobre la imagen

Para optimizar la discriminación e identificación de los colores, se recomienda adoptar uno de los dos sistemas de representación siguientes:

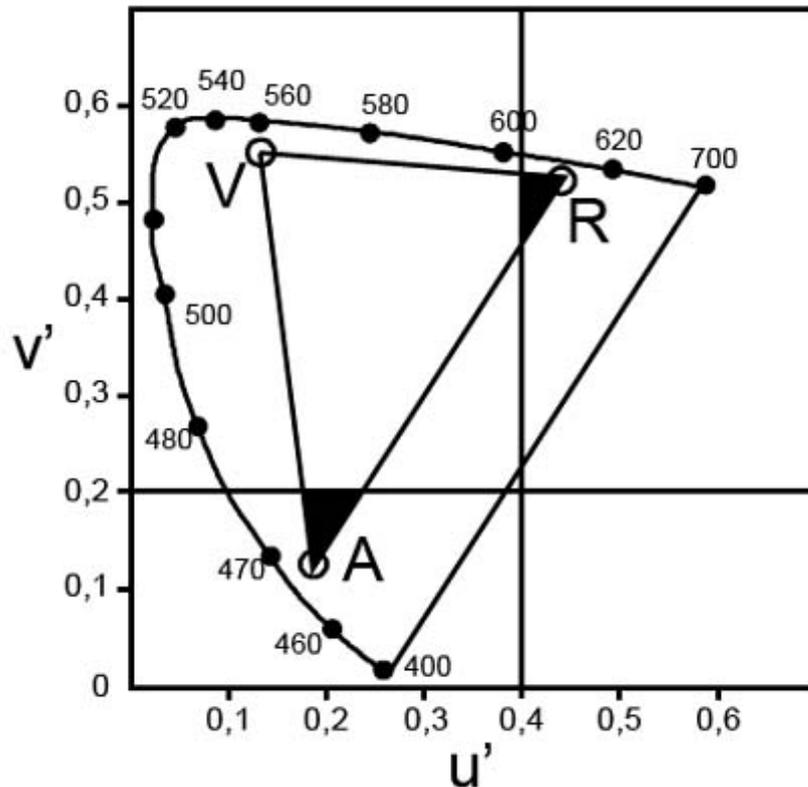
Figuras en color sobre fondo acromático.

Figuras acromáticas sobre fondo en color.

Los fondos acromáticos, como el negro o el gris medio u oscuro, maximizan la visibilidad de las representaciones en color.

### Colores extremos del espectro cromático

Figura 13



Los colores extremos del espectro (rojo y azul saturados) no deben representarse simultáneamente en pantalla.

En la figura 13 se ha representado el triángulo correspondiente al rango de colores generado por un tubo de rayos catódicos dentro del diagrama CIE de cromaticidad ( A=Azul, R=Rojo, V=Verde).

Las zonas oscuras (junto a los puntos A y R) muestran los colores que no deben representarse simultáneamente en la pantalla. ( $v' < 0,2$  y  $u' > 0,4$ ).

Cuando los colores extremos del espectro se presentan simultáneamente en la pantalla, provocan un excesivo esfuerzo de acomodación o ciertos efectos de profundidad (cromoestereopsis).

Esa es la razón por la cual no deben emplearse simultáneamente para representar caracteres alfanuméricos en tareas de lectura.

El mencionado efecto se produce como consecuencia del diferente grado de refracción del cristalino del ojo a la luz de diferentes longitudes de onda.

### Número de colores y distintivos

El número de colores presentados simultáneamente en una pantalla debe estar fundamentado en los requerimientos de la tarea; en general se recomienda reducirlos al mínimo necesario.



Si el significado de los colores debe ser recordado, no deben utilizarse más de **6 distintivos cromáticos**.

En las aplicaciones donde se necesiten más de 6 colores distintivos, cuyo significado deba ser recordado, se recomienda proporcionar una referencia, con el significado de cada color, que sea fácilmente accesible.

Cuando sea necesario realizar rápidas inspecciones visuales, basadas en la discriminación del color, no deberán utilizarse más de 6 colores.

## 5. Los reflejos en la superficie de las pantallas

La mayoría de las pantallas de visualización de datos disponibles actualmente utilizan vidrio en la superficie visible; debido a ello están sujetas a los reflejos que pueden originar las fuentes luminosas del entorno. Estos reflejos pueden interferir en la legibilidad de la pantalla por reducción del contraste entre los caracteres y el fondo.

Existen dos formas de intervención para reducir o eliminar los reflejos de las pantallas:

Mediante la elección y actuación sobre la propia pantalla.

Actuando sobre el entorno medioambiental del recinto donde se ubica la pantalla y sobre los mecanismos que permiten su reorientación.

El segundo de los procedimientos se trata con mayor detalle en el capítulo 6 de este manual, relativo a los requerimientos del medio ambiente físico en los puestos con PVD.

En cuanto a la actuación sobre la propia pantalla caben dos posibilidades:

Elección de pantallas adecuadas; con tratamiento antirreflejo de la superficie de vidrio y con capacidad de proporcionar altos niveles de contraste.

Incorporación de filtros antirreflejo apropiados (esta última solución debe ser considerada en cada caso, dado que puede tener efectos tales como el oscurecimiento del fondo de pantalla y el desequilibrio de luminancias).

## Capítulo 4. Requerimientos de diseño para los dispositivos de entrada de datos

Considerando la importancia del teclado frente a los demás dispositivos de entrada de datos, se hace la siguiente diferenciación en su tratamiento normativo:

Requerimientos de diseño para el teclado

Requerimientos de los dispositivos distintos al teclado

### 1. Requerimientos de diseño para el teclado

El objetivo de un diseño correcto del teclado es lograr que el usuario pueda localizar y accionar las teclas con rapidez y precisión sin que ello le ocasione molestias o discomfort.

Ciertas características del teclado, tales como su espesor, inclinación, etc., pueden influir en la adopción de posturas incorrectas por parte del usuario. El empleo de teclados separados de la pantalla puede reducir estos riesgos.

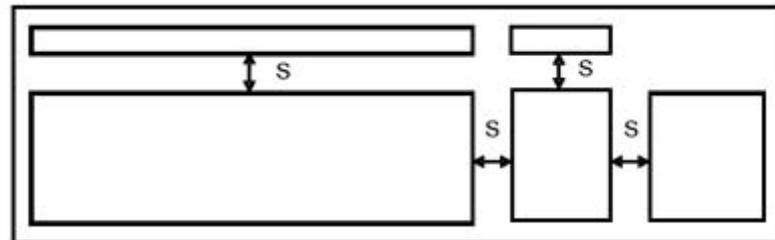
### Soporte para las manos

Si el diseño incluye un soporte para las manos **su profundidad debe ser  $\geq 100$  mm**, desde el borde hasta la primera fila de teclas.

Si no existe dicho soporte, la primera fila de teclas debe estar tan cerca como sea posible del borde frontal del teclado (usando la mesa como soporte de las manos).

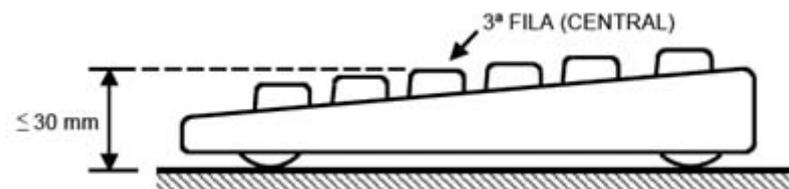
### Separación de las secciones del teclado

Figura 14



Las principales secciones del teclado deberán tener una separación, **s**, vertical y horizontal, de **al menos la mitad de la anchura de una tecla**.

Figura 15



### Altura del teclado

El teclado debe tener una posición en su ajuste donde la altura de la tercera fila de teclas (fila central) no exceda de **30 mm** sobre la superficie-soporte de trabajo.

### Inclinación del teclado

En general, la inclinación debe estar comprendida entre **0 y 25 grados** respecto al plano horizontal.

Su inclinación no debe exceder de los 15 grados respecto al plano horizontal cuando la altura de la fila central de teclas (3ª fila) sea de 30 mm.

### Mecanismos de ajuste

Es preferible la utilización de teclados con inclinación regulable, siempre que los mecanismos de ajuste no comprometan su estabilidad ni requieran el empleo de herramientas.

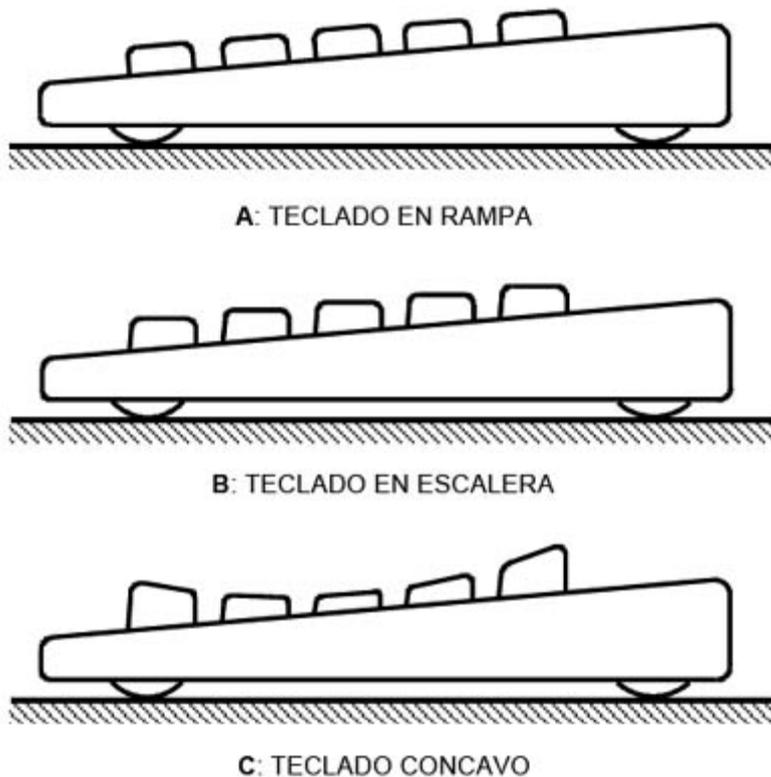
### Movilidad del teclado

El teclado debe poder moverse con facilidad dentro del área de trabajo.

Salvo en aplicaciones especiales se deberá poder desconectar y separar del resto del equipo.

### Forma del perfil del teclado

Figura 16



Se pueden considerar aceptables los distintos diseños mostrados en la [figura 16](#).

### Características de las superficies y materiales del teclado

- <sup>a</sup> Las superficies visibles del teclado no deben originar reflejos molestos.
- <sup>a</sup> Para el cuerpo del teclado deben utilizarse tonos neutros (no excesivamente claros u oscuros).
- <sup>a</sup> Se recomienda la impresión de caracteres oscuros sobre fondo claro en las teclas.
- <sup>a</sup> El cuerpo del teclado no debe presentar bordes o esquinas agudas.

### Requerimientos de diseño para las teclas

- Distancia vertical y horizontal entre teclas adyacentes

Para la sección alfanumérica:  $19 \pm 1$  mm.

Para cualquier tecla:  $\geq 15$  mm.

Esas distancias no se aplican a las teclas especiales que ocupan más de una posición en sentido vertical u horizontal en el teclado.

- Tamaño de las teclas numéricas y alfanuméricas

Superficie de la cara superior:  $\geq 110 \text{ mm}^2$

Anchura: de 12 a 15 mm.

- Desplazamiento de las teclas

Intervalo admisible: de 1,5 a 6 mm.

Intervalo recomendable: de 2 a 4 mm.

- Fuerza de accionamiento

Intervalo admisible: de 0,25 a 1,5 Nw

Intervalo recomendable: de 0,5 a 0,8 Nw

La fuerza de accionamiento debe ser la misma para todas las teclas.

#### Señal de retroacción ("feed-back") de las teclas

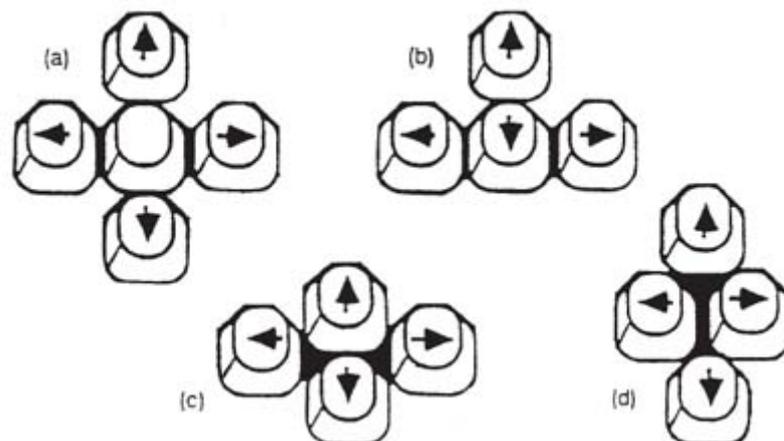
El accionamiento de las teclas debe suministrar una señal de retroacción al usuario; dicha señal puede ser táctil, acústica o visual.

Si el diseño solo admite uno de los tipos, es preferible usar el de retroacción táctil (consistente en la existencia de un punto, en el accionamiento, a partir del cual la tecla cede repentinamente).

En el caso de emplearse la retroacción acústica el usuario debe poder regular su intensidad y desconectarla.

#### Teclas para el control del cursor

Figura 17

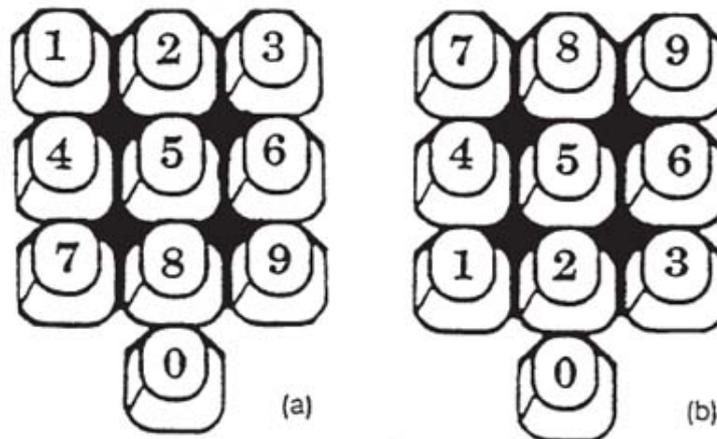


Debe existir un conjunto de teclas destinadas a controlar el movimiento del cursor.

Para ello puede adoptarse cualquiera de las disposiciones mostradas en la figura 17.

### Teclados numéricos

Figura 18



Para los teclados numéricos de diez dígitos, puede adoptarse cualquiera de los diseños mostrados en la figura 18.

### Teclas con función repetitiva

Relación fija de repetición:  $15 \pm 5$  caract./sg.

Demora inicial: 0,5 sg.

### Caracteres grabados en las teclas

Deben ser legibles desde la posición de trabajo

Altura de los caracteres:  $\geq 2,4$  mm.

Anchura de los caracteres: del 50 al 100% de su altura

Anchura de los trazos: entre  $1/7$  y  $1/14$  de su altura

Contraste de luminancia fondo/caracteres:  $\geq 3 : 1$

### Número de niveles o funciones de cada tecla

En general, debe ser el menor posible.

Para teclas numéricas y alfanuméricas, no mayor de 3 niveles.

Para teclas de función y de edición, un solo nivel.

No se recomienda usar un código de color redundante para indicar los cambios de nivel.

En las teclas con función dual las leyendas de los niveles superior e inferior estarán grabadas en las mitades superior e inferior de las teclas, respectivamente.



### Otros requerimientos

Las teclas que activan funciones tales como "borrado" deben estar colocadas lejos de las teclas de uso más frecuente.

El accionamiento de las teclas debe estar libre de rebotes.

La parte superior de las teclas de tamaño normal en las zonas alfanuméricas, numéricas y del cursor deben tener una superficie de contacto cóncava.

## 2. Requerimientos de los dispositivos distintos al teclado

Los dispositivos de entrada de datos distintos al teclado, más comúnmente usados, son los siguientes:

RATÓN

PALANCA DE CONTROL ("JOYSTICK")

BOLA RASTREADORA ("TRACKBALL")

PANTALLA TÁCTIL

LÁPIZ ÓPTICO

Aparte de los anteriores, se pueden citar otros dispositivos cuya utilización en tareas de oficina con equipos de PVD resulta más rara: botonera de pie, botón giratorio, lector de código de barras, tablas digitalizadoras, etc.

### Requerimientos ergonómicos generales para estos dispositivos

Proporcionar una retroacción ("feed-back") adecuada.

Estar diseñados de acuerdo con las expectativas del usuario (por ejemplo, que respeten los estereotipos de accionamiento).

Ser eficientes y confortables durante la realización de la tarea.

Ser estables y seguros durante la práctica habitual de trabajo.

Posibilitar la transferencia de habilidades adquiridas con otros dispositivos.

Estar diseñados de forma que sea fácil aprender a utilizarlos.

Estar diseñados de forma que minimicen la carga física y mental del usuario.

Estar diseñados de forma que no limiten la capacidad física o mental del usuario.

Estar diseñados de forma que permitan su accionamiento con arreglo al espacio dinámico óptimo del usuario.

Estar diseñados de forma que tengan en cuenta la posición relativa del dispositivo en relación con otros equipos y el resto de los componentes de la tarea.



Permitir un accionamiento a prueba de operaciones involuntarias del usuario o de los factores medioambientales.

Estar diseñados de forma que se minimice la carga muscular estática.

Estar diseñados de forma que la fuerza de accionamiento sea compatible con los requerimientos de retroacción, mínima carga de trabajo y accionamiento no accidental.

Estar diseñados de forma que posibiliten un fácil mantenimiento.

Estar diseñados de forma que el efecto medioambiental sea mínimo (ruido, campos electromagnéticos, etc.).

Carecer de bordes o esquinas agudas.

Permitir que el usuario descanse los dedos o la mano en el dispositivo sin que éste se active.

Estar contruidos con materiales poco conductores del calor.

Adecuación de los dispositivos a las tareas

	APUNTAR	ARRASTRAR	TRAZAR	ENTRADA LIBRE
Ratón	SÍ	SÍ	NO	NO
Palanca de control	SÍ	NO	NO	?
Bola rastreadora	SÍ	SÍ	NO	NO
Pantalla táctil	SÍ	NO	NO	NO
Lápiz óptico	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ

Adecuación al grado de resolución de la tarea

	ALTA RESOLUCIÓN	BAJA RESOLUCIÓN
Ratón	SÍ	SÍ
Palanca de control	NO	SÍ
Bola rastreadora	SÍ	SÍ
Pantalla táctil	NO	SÍ
Lápiz óptico	NO	SÍ

### Ratón de ordenador

Los requerimientos ergonómicos esenciales para el diseño del ratón de ordenador son los siguientes:

La configuración del ratón debe adaptarse a la curva de la mano y su tamaño al 5 percentil de la población de usuarios.

La situación de la bola en el cuerpo del ratón debe estar bajo los dedos, más que bajo la palma de la mano.



El movimiento del ratón debe resultar fácil y la superficie sobre la que descansa debe permitir su libre movimiento durante el trabajo, aunque presentando alguna resistencia para evitar que el ratón se deslice en los tableros ligeramente inclinados.

Los pulsadores de activación deben moverse en sentido perpendicular a la base del ratón, y su accionamiento no debe afectar a la posición del ratón en el plano de trabajo.

El manejo del ratón debe permitir el apoyo de parte de los dedos, mano o muñeca en la mesa de trabajo con el fin de lograr un accionamiento más preciso y, en su caso, poder mantenerse parado.

La sincronización de movimientos entre el ratón y el cursor de pantalla debe ser independiente de la posición.

La retroacción visual desde la pantalla debe ser lo suficientemente rápida.

El manejo del ratón debe ser posible tanto para diestros como para zurdos.

Cualquier cable de entrada no debe situarse nunca entre la mano y la superficie de la mesa.

### **Palanca de control ("joystick")**

Los requerimientos ergonómicos esenciales son los siguientes:

La palanca debe ser simple y fácil de accionar tanto con la mano derecha como con la izquierda.

La base del dispositivo debe ser tan delgada como sea posible, a fin de minimizar el ángulo de la muñeca.

Cuando la palanca se utiliza con frecuencia el diseño debe permitir que la mano descansa confortablemente en el dispositivo mientras no se acciona.

El diámetro de las empuñadura destinada a ser agarrada con la mano debe estar comprendida entre 30 y 100 mm y su longitud ser al menos de 50 mm. Los botones de activación se situarán en la parte superior de la empuñadura.

El diámetro de las palancas destinadas a ser agarradas con los dedos debe estar comprendido entre 9 y 20 mm y su longitud ser al menos de 30 mm.

La retroacción visual en pantalla no debe demorarse más de 40 milisegundos.

Las holguras del dispositivo no debe afectar a la resolución de la tarea.

### **Bola rastreadora ("trackball")**

Los principales requerimientos ergonómicos son los siguientes:

El diseño del soporte de la bola rastreadora debe permitir al usuario descansar su mano confortablemente en el mismo, con el fin de evitar la fatiga durante el uso prolongado.

El dispositivo deberá poder accionarse tanto con la mano derecha como con la izquierda.

El accionamiento de la bola no debe limitar la capacidad de resolución humana, estimada en 0,25 mm.



El accionamiento de la bola rastreadora y del cursor de la pantalla deben corresponderse, de acuerdo con los estereotipos existentes.

### **Pantalla táctil**

Los requerimientos ergonómicos que han de cumplir estos dispositivos son:

Las pantallas táctiles destinadas a ser usadas frecuentemente deben situarse de tal forma que el usuario pueda alcanzarlas con facilidad manteniendo una postura correcta.

Es preciso compatibilizar tales requerimientos con los relativos a las demandas visuales de la tarea.

Si el accionamiento de la pantalla se realiza con frecuencia o de forma prolongada, es preciso habilitar soportes para la mano o el brazo del usuario.

Su accionamiento no debe requerir que el usuario levante el brazo más de 150 mm sobre la superficie de la mesa (aproximadamente la altura del hombro) para evitar una carga innecesaria.

El área de contacto puede ser la propia superficie de la pantalla o una superficie transparente situada frente a ella. El área óptima sensible al tacto depende de la aplicación, precisión requerida, error de paralaje y retroacción visual.

La actividad del usuario puede verse afectada por el tamaño, configuración, localización y distancia de las áreas que deben ser apreciadas en la pantalla.

La mínima resolución viene determinada por el tamaño del 95 percentil del dedo humano y por el problema añadido del paralaje.

El sistema debe proporcionar una retroacción visual, aunque se admite también la retroacción auditiva. La demora de dicha retroacción debe ser como máximo de 80 milisegundos.

### **Lápiz óptico**

Los principales requerimientos ergonómicos son los siguientes:

Dado que el trabajo prolongado con el lápiz óptico puede ser causa de fatiga, es necesario acondicionar la disposición de los ítems que deban ser seleccionados con mayor frecuencia en la pantalla (por ejemplo, mostrando los menús en la parte inferior de la pantalla).

La punta del lápiz óptico debe ser tan fina como sea posible, al objeto de poder apuntar a los píxeles brillantes con suficiente resolución, pero no ser tan aguda que pueda arañar la pantalla.

El peso y equilibrado del dispositivo debe permitir una manipulación precisa con la mínima fatiga. A tal fin el cable debe ser ligero y flexible y su punto de salida no debe desequilibrar el lápiz.

La presión requerida por el pulsador de activación no debe causar movimientos indeseados en el lápiz.

Deben existir dos etapas de retroacción; en la primera de ellas se identificará donde está apuntando el lápiz óptico (puede lograrse, por ejemplo, mediante la iluminación del ítem) y en la segunda, después de la activación, la retroacción debe proporcionarla el ítem que ha sido activado o cambiado (por ejemplo, mediante su intermitencia o aumento de brillo).

Con el fin de mejorar la ejecución, la primera de dichas etapas debe ser realizada con el mínimo contacto de pantalla.

## Capítulo 5. El diseño físico del lugar de trabajo

Las normas de diseño especifican los parámetros necesarios en términos de exigencias de ejecución de la tarea, espacio requerido para el cuerpo, posturas adecuadas y bienestar del operador.

Uno de los principios más importantes, para el diseño del puesto, es la necesidad de propiciar el movimiento, minimizando las posturas estáticas prolongadas y permitiendo los cambios de posición de los miembros superiores e inferiores del cuerpo.

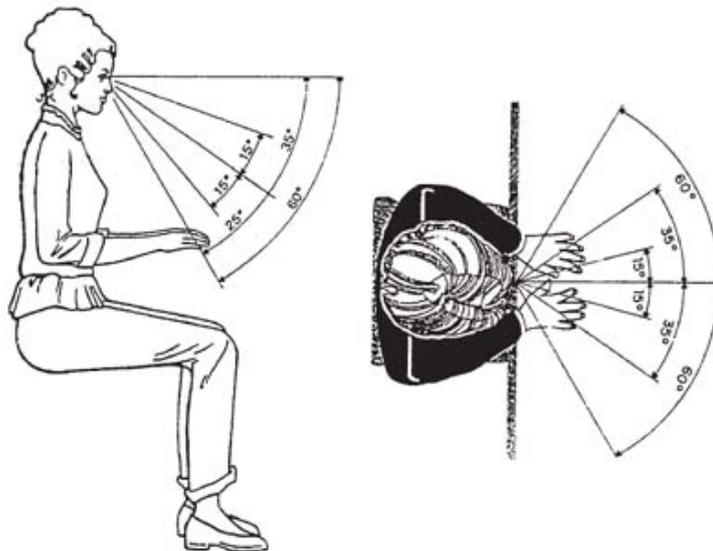
### 1. La postura de referencia

Con el fin de poder especificar los datos antropométricos necesarios para establecer los requerimientos dimensionales del puesto, es preciso definir la postura estándar o de referencia para los puestos con equipos de PVD.

Dicha postura se establece únicamente a efectos de diseño y no significa que sea la postura óptima que deba ser mantenida durante el trabajo sedentario.

La definición de la postura de referencia es la siguiente:

Figura 19



Muslos aproximadamente horizontales y piernas verticales.

Brazos verticales y antebrazos horizontales, formando ángulo recto desde el codo.

Manos relajadas, sin extensión ni desviación lateral.

Columna vertebral recta.

Planta del pie en ángulo recto respecto a la pierna.

Línea de visión paralela al plano horizontal.

Línea de los hombros paralela al plano frontal (sin torsión del tronco).

Ángulo de la línea de visión menor de  $60^\circ$  bajo la horizontal.

## 2. El ajuste del mobiliario

En relación con las posibilidades de ajuste del mobiliario del puesto (silla, mesa, etc.) es preciso tener en cuenta que, en la práctica, hay un amplio rango de medidas que resultan confortables para el usuario.

Los controles de ajuste del mobiliario deben ser accionables desde la posición habitual de trabajo sin requerir demasiada fuerza para ello.

El diseño de dichos controles debe propiciar su utilización correcta sin presentar ningún riesgo de lesión para el usuario.

Finalmente, los controles de ajuste no deben invadir el espacio en torno o bajo las superficies de trabajo, en tanto no sean utilizados.

## 3. Mesas-soporte para pantalla y teclado

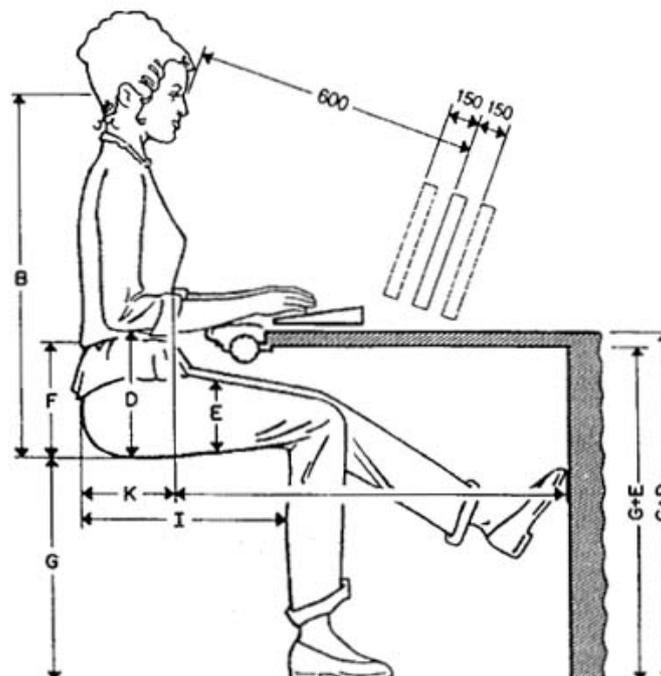
### Espacio libre bajo el tablero

Para el trabajo en posición sentado debe habilitarse el suficiente espacio para los miembros inferiores (muslos, rodillas y pies).

Si el mobiliario dispone de tableros ajustables en altura el rango de regulación estará comprendido entre el 5 percentil femenino y el 95 percentil masculino de la población de potenciales usuarios.

Si dichos tableros no son ajustables, el espacio previsto para los miembros inferiores debe alcanzar el 95 percentil masculino.

Figura 20



Para las personas cuyas dimensiones se sitúen fuera de dicho límite será necesario recurrir a una adaptación individualizada (por ejemplo con mobiliario hecho a medida).

Por otro lado, la superficie de la mesa debe ser suficiente para poder colocar cómodamente los distintos elementos de trabajo; concretamente, la profundidad del tablero de la mesa debe ser suficiente para poder colocar el monitor de PVD (a la distancia adecuada) y, delante de él, el teclado y el espacio de reposa-manos delante de este último.

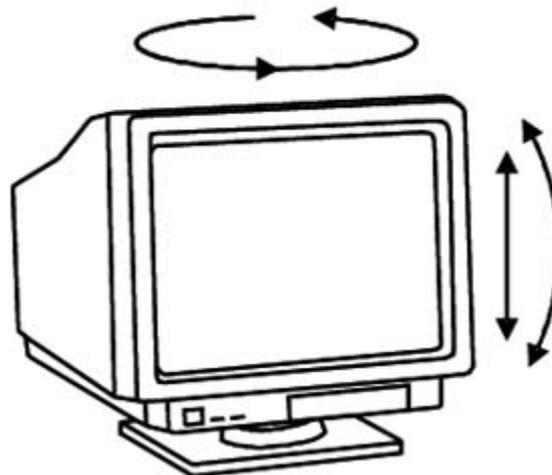
La figura 20 muestra las dimensiones necesarias para el diseño del puesto usando los datos antropométricos de la población de usuarios. La distancia visual óptima ( $600 \pm 150\text{mm.}$ ) se ha elegido para conseguir el máximo confort visual para unas dimensiones razonables del puesto.

### Ajuste de la posición de pantalla

El usuario debe poder girar, inclinar y balancear la pantalla con objeto de evitar reflejos, minimizar el esfuerzo de acomodación visual y mantener una postura de trabajo natural.

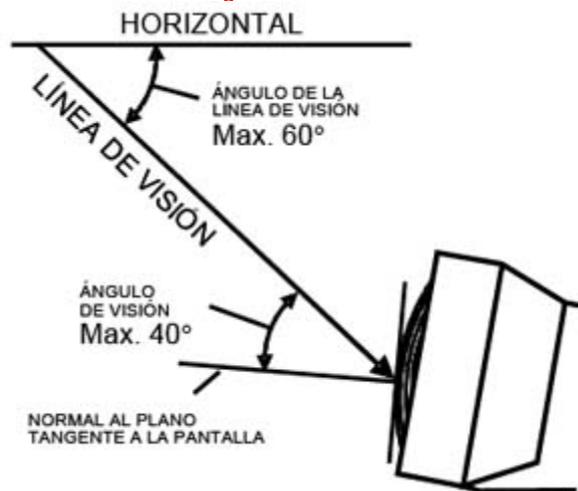
También es recomendable la posibilidad de ajustar la altura de la pantalla con el fin de optimizar los ángulos de visión.

Figura 21



El ángulo de visión óptimo es el de cero grados (véase la figura 22) y en ningún caso debe exceder de  $40^\circ$  para cualquier área útil de la pantalla en cuestión.

Figura 22



Las operaciones de ajuste pueden realizarse de varias maneras: mediante mecanismos que formen parte del monitor de la pantalla, mediante dispositivos auxiliares acoplados al soporte de apoyo del monitor, etc.

Dichos mecanismos deben ser de fácil manejo y no presentar ninguna ambigüedad en su actuación.

#### Acabado de las superficies de trabajo

Los tableros de trabajo y sus armazones deben carecer de esquinas y aristas agudas, con el fin de evitar lesiones o molestias a los usuarios. El radio de curvatura debe ser el siguiente:

Para las aristas:  $\geq 2$  mm.

Para las esquinas:  $\geq 3$  mm.

El acabado debe tener aspecto mate, con el fin de minimizar los reflejos, y los tonos preferiblemente neutros.

Las superficies del mobiliario con las que pueda entrar en contacto el usuario no deben ser buenas conductoras del calor a fin de evitar su excesiva transmisión desde la piel del usuario.

#### Aspectos de seguridad y estabilidad

El tablero de trabajo debe estar diseñado para soportar, sin moverse, el peso del equipo y el de cualquier persona que se apoye sobre alguno de sus bordes, o bien cuando lo utilice de asidero para moverse con la silla rodante.

## 4. La silla de trabajo

La función de una buena silla de trabajo es proporcionar un soporte estable al cuerpo, con una postura confortable, durante un periodo de tiempo fisiológicamente apropiado para la actividad que se realiza.



### Características de la silla de trabajo

Los principales requisitos para la silla de trabajo son los siguientes:

La altura del asiento debe ser ajustable y cubrir el rango necesario para la población de usuarios.

La profundidad del asiento se debe poder regular de tal forma que sea ligeramente inferior a la longitud del muslo, con el fin de que el usuario pueda usar eficazmente el respaldo sin que el borde de la silla presione la parte posterior de las piernas.

La anchura del asiento debe adecuarse a la anchura de las caderas.

Cuando existan apoyabrazos, la distancia entre ellos deberá ser suficiente para los usuarios con caderas más anchas.

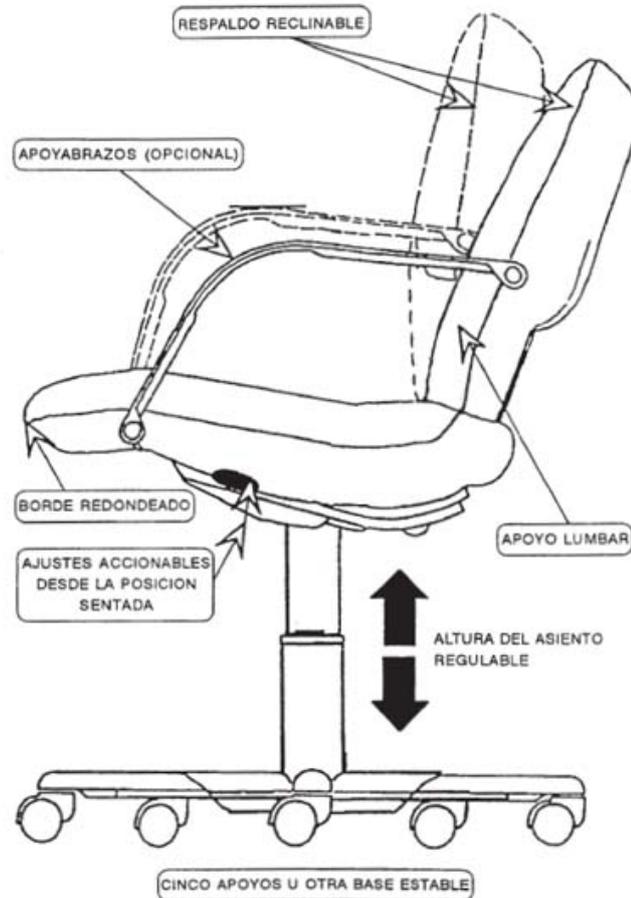
El respaldo debe tener una suave prominencia para dar apoyo a la zona lumbar (parte baja de la espalda) y su altura debe ser ajustable para cubrir el rango necesario para la población de usuarios. Como regla general, son preferibles los respaldos que den también soporte a la parte superior de la espalda.

La regulación de la inclinación del respaldo debe cubrir la necesidad de adoptar diferentes grados de inclinación, con arreglo a los requerimientos de la tarea y al tiempo de ocupación (que puede requerir cambios posturales).

Todos los mecanismos de ajuste deben ser fáciles de manejar y de accionar desde la posición sentada sin excesivo esfuerzo. Asimismo, deben estar contruidos a prueba de cambios no intencionados.

Es recomendable que el asiento y el respaldo estén recubiertos de un material transpirable y tengan los bordes redondeados.

Figura 23



### Las sillas con ruedas

Se recomienda la utilización de sillas dotadas de ruedas en los apoyos en los puestos con equipos de PVD.

El tipo de ruedas debe adecuarse a la clase de suelo existente y a la naturaleza de la tarea. La resistencia de las ruedas a iniciar el movimiento debe ser suficiente para evitar desplazamientos involuntarios en superficies de suelo lisas.

### El reposapiés

El reposapiés se hace necesario en los casos donde la altura de la silla no permite al usuario descansar sus pies en el suelo. Esto puede suceder cuando la altura de la mesa no tiene posibilidad de ajuste.

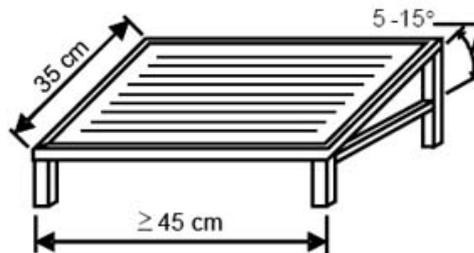
Debe reunir las siguientes características:

Inclinación ajustable entre 5° y 15° sobre el plano horizontal.

Dimensiones mínimas de 45 cm de ancho por 35 cm de profundidad.

Superficies antideslizantes, tanto en la zona superior para los pies como en sus apoyos para el suelo.

Figura 24



### El reposabrazos

El reposabrazos puede ser un elemento de ayuda para tomar asiento y levantarse, así como servir de apoyo postural complementario.

Las características que deben reunir los reposabrazos cuando son utilizados son las siguientes:

La distancia entre los reposabrazos será mayor de 460 mm.

Su longitud, desde el respaldo, será mayor de 350 mm.

No impedirán el acercamiento a la zona de trabajo (su altura no debe impedir su deslizamiento bajo el tablero de trabajo).

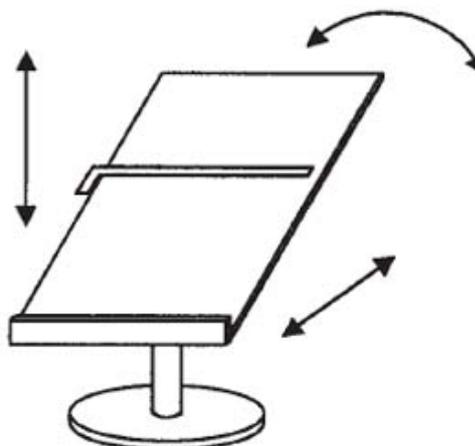
Deben permitir la adopción de la postura elegida por el usuario.

## 5. El atril o portadocumentos

Se recomienda la utilización de un atril o portadocumentos cuando el usuario de la PVD trabaja con documentos impresos.

Mediante este dispositivo es posible colocar el documento a una altura y distancia visual similares a las que tiene la pantalla, reduciendo de esta forma los esfuerzos de acomodación visual.

Figura 25



El atril o portadocumentos debe reunir las siguientes características:



Ser ajustable en altura, inclinación y distancia.

Tener suficiente tamaño para acomodar los documentos, (preferiblemente unos 10mm menor que los documentos para facilitar el paso de hojas).

El soporte donde descansa el documento debe ser opaco y con una superficie de baja reflectancia.

Tener resistencia suficiente para soportar el peso de los documentos y permanecer libre de movimientos u oscilaciones.

## 6. Soporte de manos y muñecas

Este soporte, destinado a reducir la carga estática de los miembros superiores, puede conseguirse de diversas formas:

Dejando suficiente espacio entre el borde del teclado y el de la mesa.

Utilizando modelos de teclado con soporte de manos incorporado.

Introduciendo un soporte auxiliar separado del teclado.

En cualquiera de los casos el soporte debe reunir las siguientes características:

Profundidad comprendida entre 50 y 120 mm.

Longitud mínima igual a la del teclado.

Geometría adaptada a la altura e inclinación de la superficie del teclado.

No restringir el accionamiento del teclado ni la postura del usuario.

Sus aristas y esquinas deben ser redondeadas.

Debe permanecer estable durante su utilización.

## 7. Accesos y ubicación del puesto

La disposición del puesto de trabajo con equipos de PVD en el recinto de la oficina debe ser diseñada de acuerdo con los requerimientos siguientes:

La anchura de los pasillos y las distancias entre las sillas debe ser suficiente para no estorbar el acceso de los usuarios a sus puestos.

La ubicación y diseño del puesto debe permitir el acceso de los encargados del mantenimiento y reparación a todas las partes del equipo y de las conexiones a la red de energía eléctrica.

La disponibilidad de espacio debe ser adecuada y satisfacer al menos los requerimientos legalmente establecidos.

La disposición de los puestos en el recinto debe tener en consideración la organización de la actividad, las exigencias de la tarea, la interacción de los grupos y las necesidades de comunicación.

## 8. Acondicionamiento de los cables



La distribución y colocación de los diversos tipos de cables (de energía eléctrica, líneas telefónicas y de transmisión de datos) debe ser cuidadosamente considerado.

Los requerimientos esenciales en este sentido son los siguientes:

Garantizar la seguridad para el usuario mediante el adecuado mantenimiento de los cables y conexiones.

Mantener separados los cables eléctricos de los de datos.

Emplear longitudes de cable suficientes para permitir futuros cambios.

Facilitar el acceso y mantenimiento de los cables sin interrupción de las actividades de trabajo.

## Capítulo 6. Requerimientos del medio ambiente físico

Los principales factores medioambientales que es preciso considerar en el acondicionamiento de los puestos con equipos de PVD son los siguientes:

Iluminación

Ruido

Vibraciones

Condiciones termohigrométricas

Campos electromagnéticos

### 1. Iluminación

En las actividades realizadas con equipos de PVD debe hacerse una distinción entre dos funciones visuales: la percepción de datos presentados en pantalla y la percepción de datos de otras fuentes distintas (documentos, dibujos, teclado, etc.).

Las referidas funciones visuales conllevan una serie de requerimientos que son el objeto de las siguientes recomendaciones.

#### Distribución de luminancias

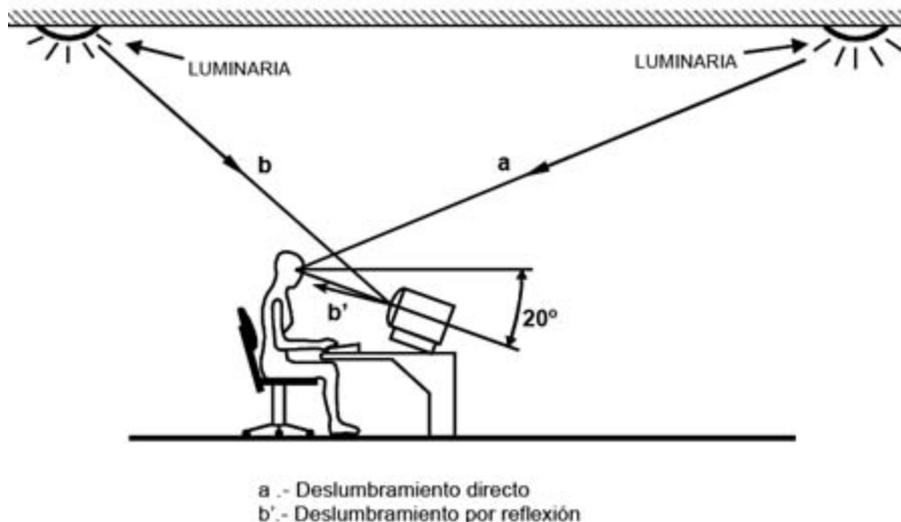
Con el fin de lograr unas buenas condiciones visuales y por razones psicofisiológicas, es necesario asegurar un equilibrio adecuado de luminancias en el campo visual. Para ello, **entre los componentes de la tarea la relación de luminancias no debe ser superior a 10:1** (por ejemplo, entre pantalla y documentos impresos), si bien es deseable que dicha relación no sea superior a 3:1.

Entre la tarea y el entorno medioambiental el límite para la relación de luminancias es menos restrictivo; se pueden presentar problemas cuando se alcanzan relaciones de luminancia del orden de 100:1. No obstante, para garantizar un buen acondicionamiento del entorno visual lo deseable es no sobrepasar la relación 10:1.

### Control del deslumbramiento

Se distinguen tres tipos de deslumbramiento: directo, por reflexión y de contraste.

Figura 26



### Control del deslumbramiento directo

Con el fin de limitar el deslumbramiento directo producido por las luminarias instaladas en el techo de las salas destinadas a los puestos con PVD, se establece el límite de  $500 \text{ Cd/m}^2$  para las luminarias vistas bajo un ángulo menor a  $45^\circ$  sobre el plano horizontal, siendo recomendable no sobrepasar las  $200 \text{ Cd/m}^2$ .

### Control del deslumbramiento debido al contraste de luminancias

Se aplican los requerimientos descritos anteriormente para el equilibrio de luminancias entre los distintos componentes de la tarea y respecto al entorno.

### Control del deslumbramiento debido a los reflejos

Con el fin de evitar el deslumbramiento producido por los reflejos, las superficies del mobiliario y de los elementos de trabajo deben ser de aspecto mate.

Para las PVD habituales, cuyas propiedades reflectantes de la superficie de pantalla no se han eliminado de manera suficiente, las superficies y objetos del entorno susceptibles de reflejarse en la pantalla deben guardar los siguientes límites de luminancia:

Luminancia promedio del objeto:  $\leq 200 \text{ Cd/m}^2$

Máximos de luminancia del objeto:  $\leq 400 \text{ Cd/m}^2$

Usando PVD diseñadas con técnicas antirreflejo eficaces, se pueden admitir luminancias de hasta  $1000 \text{ Cd/m}^2$ .

El esquema siguiente recoge la metodología para controlar el deslumbramiento debido a los reflejos:



CONTROL DESLUMBRAMIENTO	DEL	MEDIANTE LOCALIZACIÓN ADECUADA	GIRANDO LA PANTALLA
			INCLINANDO LA PANTALLA
			AJUSTANDO ALTURA DE PANTALLA
			REUBICANDO LA PANTALLA
	DEL	MEDIANTE DISEÑO DEL EQUIPO	PANTALLAS DE CONTRASTE POSITIVO
			PROTECTORES ANTIRREFLEJO
			PANTALLAS CON VISERAS
	LA	ACTUANDO SOBRE LA ILUMINACIÓN	PANTALLAS PLANAS
			REDISEÑANDO LA ILUMINACIÓN
			CAMBIANDO POSICIÓN DE LUMINARIAS
			APANTALLANDO FUENTES DE LUZ

#### Ubicación de los puestos con PVD

La ubicación de los puestos de trabajo con PVD requiere tener en cuenta diferentes aspectos. Aquí, se aborda la ubicación de este tipo de puestos en relación con el acondicionamiento lumínico. En este sentido, tanto las características de las luminarias como la localización de las ventanas pueden ser variables importantes a considerar.

Los ejemplos siguientes muestran, paso a paso, las ubicaciones adecuadas e inadecuadas, así como los procedimientos para mejorar las condiciones visuales.

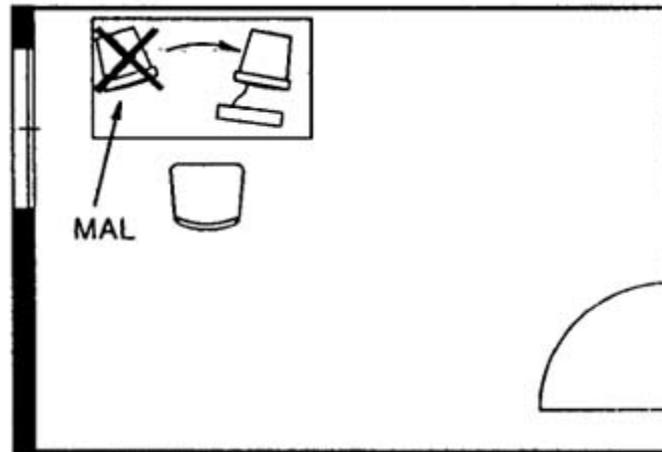
La solución final, para un determinado puesto de trabajo, puede requerir la combinación de más de una medida correctora.

#### Ubicación de los puestos situados cerca de las ventanas

- Despacho sencillo con una ventana

Las condiciones visuales de los puestos de trabajo localizados cerca de las ventanas pueden ser mejoradas moviendo la pantalla hasta una posición apropiada, de tal manera que la pérdida de contraste de la pantalla (debida a los reflejos) y el deslumbramiento (por la ventana situada en el campo de visión) sean minimizados.

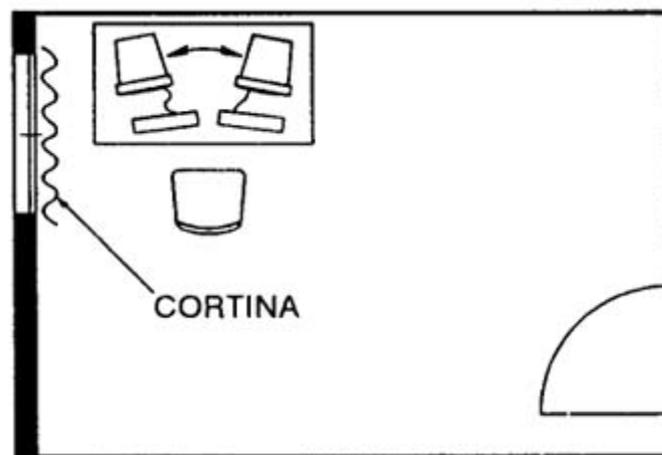
Figura 27



#### **Control de la luz de las ventanas**

Las ventanas que provoquen los problemas anteriormente citados pueden ser protegidas mediante persianas o cortinas que amortigüen la luz, aparte de tomar las medidas descritas para los despachos sencillos con una ventana.

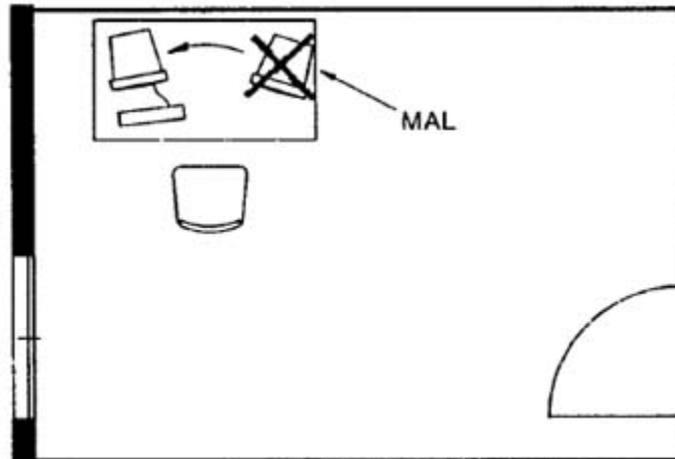
Figura 28



- Despachos con ventanas algo retiradas del puesto

Los reflejos en pantalla, debidos a las ventanas situadas tal como se muestra en la figura 29 pueden ser evitados mediante la correcta localización de la pantalla.

Figura 29

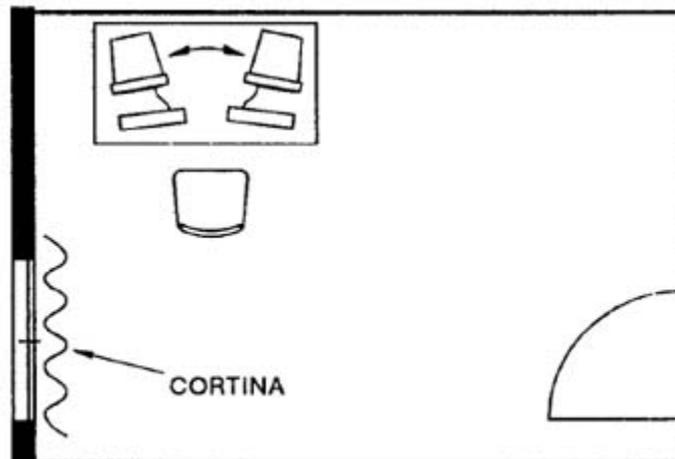


#### **Control de la luz de las ventanas**

En las salas de trabajo con varias ventanas, se deben combinar las medidas de control, con el fin de reducir los reflejos y los deslumbramientos.

La aplicación de cobertores adecuados en las ventanas (cortinas o persianas) proporciona mayor libertad para situar las pantallas.

Figura 30



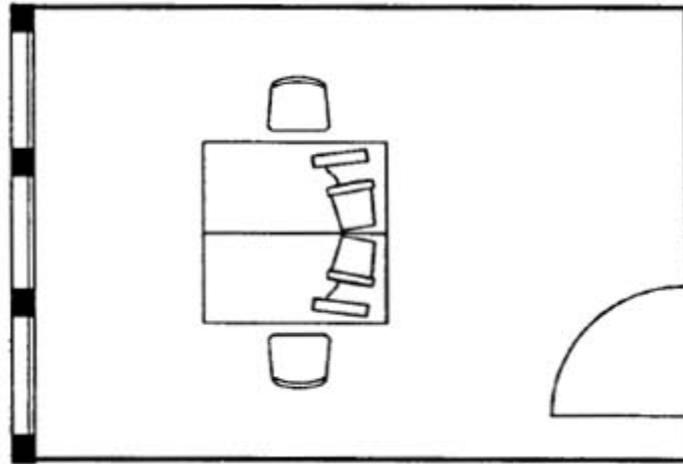
#### **Puestos de trabajo situados a una cierta distancia de las ventanas**

En el caso de que los puestos de trabajo estén ubicados a cierta distancia de las ventanas el control del deslumbramiento debido a las ventanas puede lograrse sin necesidad de utilizar cortinas o persianas.

- Salas con doble puesto de trabajo con PVD

En estas salas, los deslumbramientos debidos a la iluminación natural pueden evitarse mediante la orientación correcta del equipo respecto a las ventanas.

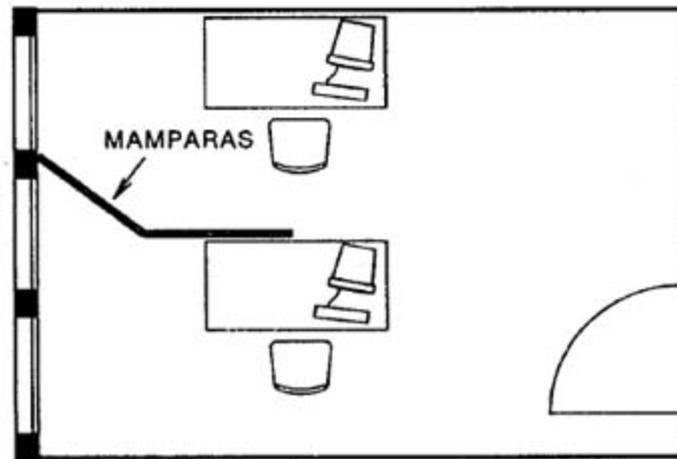
Figura 31



- Salas con numerosos puestos de trabajo con PVD

Si el acondicionamiento de los puestos no puede realizarse de la manera descrita en el caso anterior, pueden utilizarse mamparas para evitar los reflejos, tal como se muestra en la figura 32.

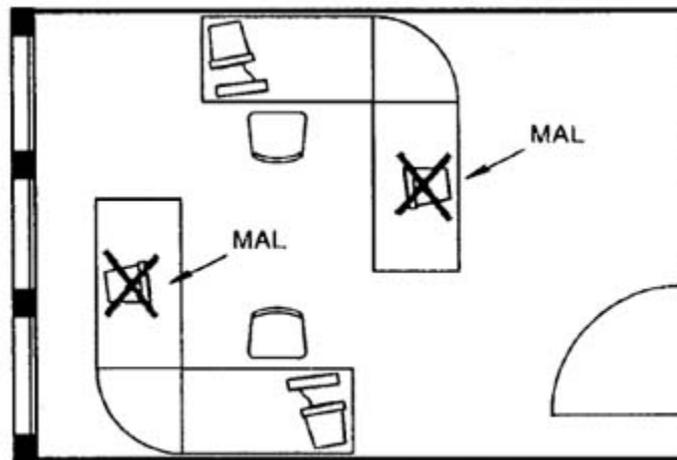
Figura 32



- Salas con mesas combinadas

En las salas con mesas combinadas, el control de los reflejos y deslumbramiento puede lograrse mediante la correcta localización de los puestos de trabajo y la orientación del equipamiento.

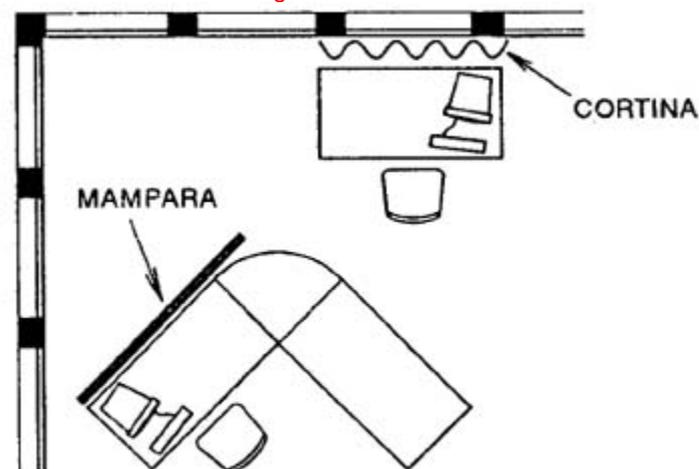
Figura 33



- o Salas con múltiples ventanas

En las salas donde existen múltiples ventanas, potenciales fuentes de deslumbramiento, éstas pueden ser apantalladas mediante mamparas o mediante cortinas o persianas, si su localización cae dentro del campo de visión de los operadores.

Figura 34



### Tipo de iluminación

Los aspectos más importantes a considerar en la elección del tipo de iluminación adecuado para los puestos con PVD son los siguientes:

- ° Debe existir una iluminación general en el recinto donde se ubiquen los puestos con PVD.
- ° En caso de utilizar una fuente de iluminación individual complementaria, ésta no debe usarse en las cercanías de la pantalla si produce deslumbramiento directo o reflexiones.

Tampoco debe ser usada en el caso de que produzca desequilibrios de luminancia (por ejemplo, entre pantalla y documento) que interfiera la tarea del propio puesto o de los demás.

° Los niveles de iluminación deben ser suficientes para las tareas que se realicen en el puesto, como lectura de documentos, pero no alcanzar valores que reduzcan el contraste de la pantalla por debajo de lo tolerable; **la relación de contraste entre caracteres y fondo de pantalla no debe ser inferior a 3:1.**

### Predicción de las condiciones de visibilidad en las PVD

La visibilidad de la pantalla viene determinada por la relación existente entre los cuatro factores siguientes:

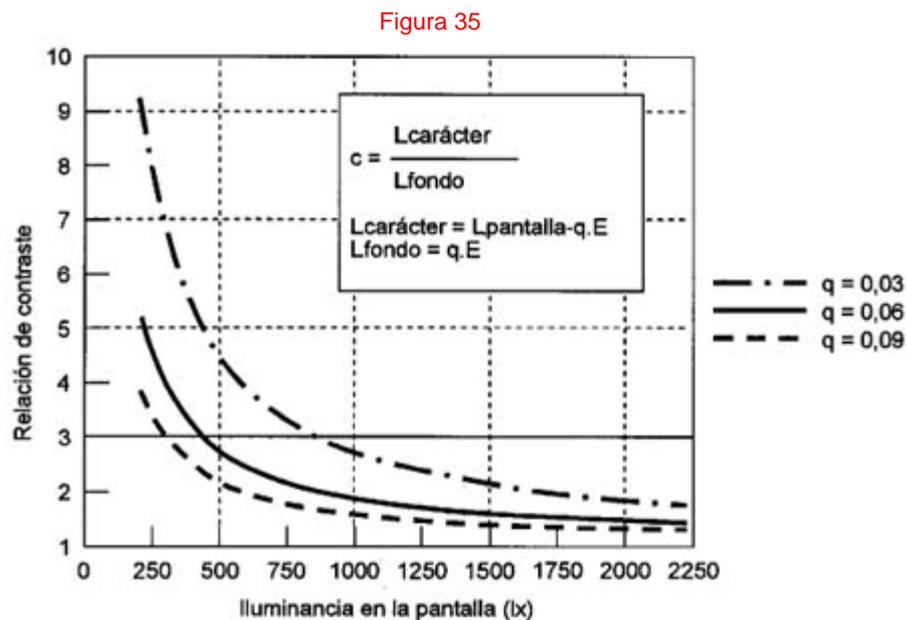
La luminancia del fondo de la pantalla.

Las características de reflexión difusa de la pantalla (coeficiente q)

El nivel de iluminación en la zona de pantalla.

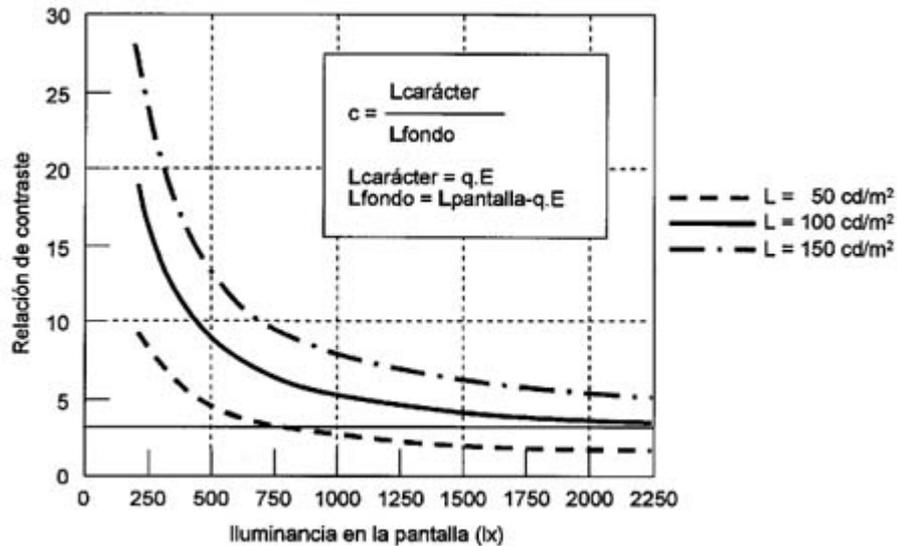
La relación de contraste entre caracteres y fondo de pantalla.

La relación existente entre esos cuatro factores se recoge en las gráficas mostradas en las figuras 35 y 36 siguientes:



Relación de contraste en una pantalla en función de la iluminación (nivel de iluminación) y del factor q de reflectancia de la pantalla (para una luminancia de los caracteres de  $50 \text{ Cd/m}^2$ ). Se puede observar que, para factores de reflectancia, q, altos (pantallas claras), la relación de contraste cae por debajo de 3:1 (mínimo admisible) para iluminancias superiores a 250 lux, mientras que para factores de reflectancia bajos, se pueden alcanzar niveles de iluminación de hasta 800 lux, antes de que la relación de contraste sea insuficiente

Figura 36



Relación de contraste en una pantalla en función de la iluminancia (nivel de iluminación) y de la luminancia de la pantalla (para un factor de reflectancia  $q = 0,03$ ). Se puede observar que en dicha pantalla (de fondo oscuro) el contraste permanece alto para iluminancias superiores a 2000 lux, siempre que la luminancia de los caracteres sea suficiente.

#### Susceptibilidad de una pantalla a la pérdida de contraste

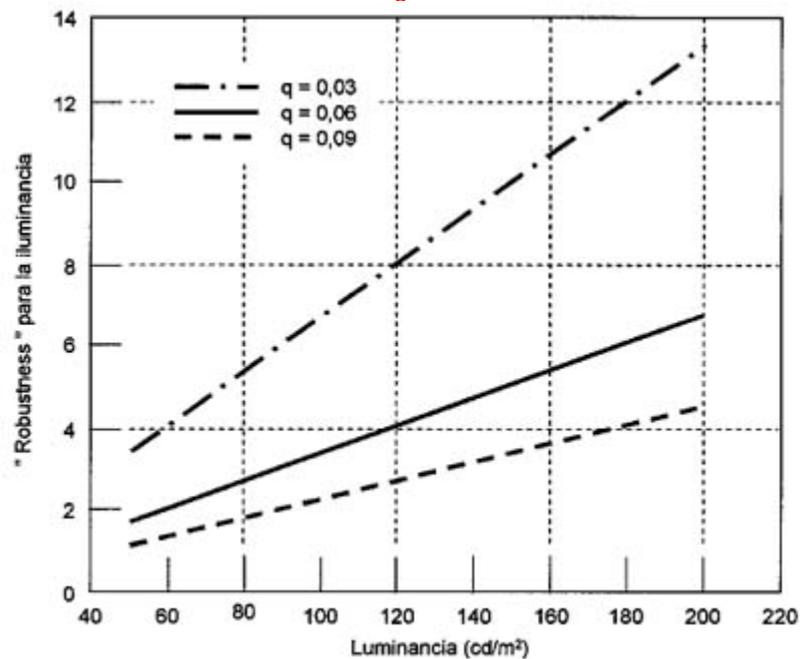
El grado de deterioro del contraste en una PVD, debido al nivel de iluminación ambiental, puede cuantificarse a través del factor "**robustness**" de la pantalla (resistencia a la pérdida de contraste).

Dicho factor expresa la relación entre el nivel de iluminación ambiental bajo el cual aparece la mínima relación de contraste admisible (3:1) y el nivel de 250 lux.

Para altos valores del factor "robustness" el factor  $q$  de reflectancia de la pantalla debería ser tan bajo como sea posible. Sin embargo, por razones óptico-fisiológicas, las pantallas con caracteres brillantes sobre fondo oscuro deben tener un coeficiente  $q$  tan alto como sea posible (que propicie una luminancia de fondo relativamente alta) mientras que las pantallas con caracteres oscuros sobre fondo claro deben poseer un coeficiente  $q$  tan bajo como sea posible (que propicie un alto contraste caracteres/fondo).

En cualquier caso, toda desviación debe estar justificada en la práctica solo en la medida en que sea necesaria para reducir los reflejos u obtener el contraste necesario.

Figura 37



Factor "robustness" de una pantalla (resistencia a la pérdida de contraste) bajo altos niveles de iluminancia (nivel de iluminación), en función de la luminancia de pantalla y de su factor  $q$ , de reflectancia.

(Un factor "robustness" de 10 significa que la relación de contraste mínimo se produce con una iluminancia de 2500 lux).

### El color medioambiental

El color de la sala de trabajo y el espectro cromático de las lámparas influye en el reconocimiento de la información presentada en color y en la sensación de bienestar. Los requerimientos más importantes a este respecto son los siguientes:

Para las paredes del entorno y las superficies amplias se recomiendan los colores claros poco saturados (tonos pastel)

Para trabajos monótonos se recomienda introducir colores estimulantes en el entorno.

Se recomienda contar con la participación de los usuarios en las decisiones relativas al acondicionamiento del color medioambiental.

El gradiente de brillo debe adecuarse al esquema humano de percepción natural (techos claros, paredes de tonos medios y pisos de tonos medios u oscuros).

Valores de reflectancia y factor especular en salas con PVD



SUPERFICIE	REFLECTANCIA	PROPIEDADES ESPECULARES	
		Factor especular	Valor reflectométrico
Superficie/mesa de trabajo	0,2 a 0,5	mate a semimate	3 a 20
Pantalla, teclado, portadocumentos	0,2 a 0,5	mate a semimate	3 a 20
Documentos, papel	0,4 a 0,8	mate	3
Techos	0,6 a 0,8	mate a semimate	3 a 20
Paredes	0,4 a 0,8	mate a semimate	3 a 20
Suelos	0,15 a 0,5	---	---

### Espectro y rendimiento en color de las lámparas

La elección del espectro en color de las lámparas depende del nivel de luminancia, del color de la sala y mobiliario, del contenido de luz natural y del sentimiento subjetivo (el blanco "luz-día" se asocia con luminancias altas, mientras el blanco "cálido" se asocia con bajas luminancias).

La elección del espectro en color y rendimiento en color de las lámparas debe hacerse asegurando el reconocimiento y distinción del color en las tareas que lo requieran y de las señales de seguridad).

### Uniformidad temporal de la iluminación

Los posibles problemas debidos a las oscilaciones o parpadeos de la iluminación artificial pueden solucionarse adoptando alguna de las siguientes medidas:

Empleo de un montaje compensado mediante la conexión de las fuentes de luz a las tres fases de la red eléctrica.

Utilización de balastos electrónicos para las luminarias.

Alimentación de las lámparas con corriente continua.

## 2. Ruido

El nivel sonoro en los puestos de trabajo con PVD debe ser tan bajo como sea posible. Para conseguir esto deben utilizarse equipos con una mínima emisión sonora así como optimizar la acústica de la sala de trabajo.

### Requerimientos de la sala de trabajo

Con el fin de proteger del ruido que pueda penetrar desde el exterior en las salas de trabajo los componentes estructurales (paredes, techos y ventanas) deben proporcionar un aislamiento acústico adecuado.

Los requisitos de aislamiento vienen determinados por el límite máximo de ruido de fondo admisible en función de la actividad.



Tipo de actividad	Requerimientos de aislamiento acústico	Tipo de sala	Ruido de fondo L <sub>Aeq</sub> dB(A)
Tareas de concentración temporal, ocasionalmente mecanizadas	Buen aislamiento acústico frente a oficinas situadas en la vecindad; poca restricción a la comunicación verbal	Oficina sencilla con pequeños requerimientos	35 40
	Buen aislamiento frente a las áreas de trabajo vecinas y apantallamiento frente a puestos vecinos; poca restricción a la comunicación verbal	Oficina múltiple con requerimientos normales	40 45
Tareas muy mecanizadas	Aislamiento adecuado frente a las áreas vecinas y ligero apantallamiento frente a puestos vecinos; confidencialidad limitada, poca restricción a la comunicación verbal	Oficina múltiple con pequeños requerimientos	40 45

Por otro lado, para reducir el ruido transmitido desde las fuentes sonoras situadas en el interior de las salas de trabajo (debido a los equipos, conversación, etc.) se pueden adoptar medidas tales como: el recubrimiento absorbente de ruido en techos, paredes y suelos, la utilización de mamparas, la compartimentación entre puestos de trabajo, etc.

Con el fin de permitir una comunicación verbal satisfactoria y lograr un adecuado confort acústico, la reverberación del local debe ser tan baja como sea posible.

En general, lo deseable es un tiempo de reverberación de 0,5 a 1 segundo en el rango de frecuencias comprendido entre 250 Hz y 4 kHz.

La tabla siguiente proporciona el tiempo máximo de reverberación recomendable en función del volumen de la sala:

Volumen de la sala (En m <sup>3</sup> )	Tiempo de reverberación (Máximo recomendable, en s)	
	Conversación	Propósito general
50	---	---
100	0,45	0,8
200	0,6	0,9
500	0,7	1,1
1000	0,9	1,3

### El ruido en el puesto de trabajo

Aparte de los requerimientos anteriormente expuestos para el ruido de fondo en las salas de trabajo, se recomienda que para tareas difíciles y complejas el nivel acústico nominal se sitúe por debajo del intervalo comprendido entre 35 dB(A) y 55 dB(A).

Asimismo, si en el puesto de trabajo es necesaria la comunicación verbal, el nivel de ruido no debería exceder los límites siguientes:

Esfuerzo para hablar	Nivel del sonido vocal, $L_{SA}$ , a un metro	Nivel de ruido permisible $L_{Aeq}$ en dB para la comunicación verbal											
		Relación señal-ruido $L_{SA} - L_{Aeq}$											
		Perfecta = 18 dB			Muy buena = 12 dB			Buena = 7 dB			Satisfactoria = 2 dB		
		1m	2m	3m	1m	2m	3m	1m	2m	3m	1m	2m	3m
Elevado	66	48	42	36	54	48	42	59	53	47	64	58	52
Normal	60	42	36	30	48	42	36	53	47	41	58	52	46
Relajado	54	36	30	24	42	36	30	47	41	35	52	46	40

Nivel de ruido permisible,  $L_{Aeq}$ , en el puesto de trabajo, en función del esfuerzo necesario para la comunicación verbal, la calidad de dicha comunicación y la distancia entre los interlocutores.

$L_{SA}$  es el nivel de presión acústica continuo equivalente, con ponderación A, del sonido vocal medido en el oído del auditor.  $L_{SA,1m}$ , el mencionado nivel medido a 1m de la boca del locutor.

La tabla siguiente recoge la relación entre el nivel de ruido perturbador y la calidad de la comunicación verbal utilizando un medio acústico como, por ejemplo, el teléfono:

Nivel de ruido permisible ( $L_{Aeq}$ en dB)	Calidad de la comunicación
< 40	Perfecta
40 - 45	Muy buena
45 - 50	Buena
50 - 55	Satisfactoria
55 - 65	Ligeras restricciones
60 - 80	Con dificultad
> 80	Insatisfactoria

Se puede utilizar el siguiente diagrama para organizar las medidas necesarias de control acústico ambiental:

CONTROL ACÚSTICO	REDUCIENDO EL RUIDO AMBIENTAL	AISLAMIENTO EN COMPONENTES ESTRUCTURALES	PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO EXTERIOR
		REDUCIENDO EL RUIDO EMITIDO POR EL EQUIPO	PROTECCIÓN FRENTE A FUENTES INTERIORES
		INCREMENTANDO LA ABSORCIÓN DEL RUIDO	PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO DE TODAS LAS FUENTES
	OPTIMIZANDO RELACIÓN SEÑAL- RUIDO	REDUCIENDO LA PROPORCIÓN DEL RUIDO	INCREMENTAR RENDIMIENTO REDUCIENDO PERTURBACIÓN
		REDUCIENDO RUIDOS EN FRECUENCIAS CONVERSACIONALES	MEJORANDO LA COMUNICACIÓN VERBAL
	ACTUANDO SOBRE EL LOCAL	TECHOS ABSORBENTES DEL RUIDO	MEJORA DE LA COMUNICACIÓN REDUCIENDO LA PERTURBACIÓN
		COMPARTIMENTACIÓN	REDUCIENDO LA PERTURBACIÓN Y TRANSMISIONES INDESEABLES
		DISTANCIAS ADECUADAS	REDUCIENDO LAS TRANSMISIONES INDESEABLES
		REDUCIENDO LA REVERBERACIÓN	MEJORANDO LA COMUNICACIÓN Y CONTROL ACÚSTICO

### 3. Vibraciones

Las vibraciones pueden afectar a la seguridad y bienestar del usuario y, en ciertos casos, deteriorar la percepción de la información visual o el empleo de los dispositivos de entrada de datos tales como el teclado.

Algunos ejemplos de posibles fuentes de vibración en oficinas lo constituyen el sistema de aire acondicionado, las impresoras de impacto, la proximidad de talleres industriales y el tráfico rodado.

La generación y propagación de las vibraciones debe ser controlado actuando sobre la propia fuente vibratoria siempre que sea posible. El mejor medio de conseguir esto es eligiendo equipos y máquinas de bajo nivel de vibración o, en su defecto, instalarlos sobre soportes antivibratorios.

Si la vibración no puede reducirse de manera satisfactoria en el lugar de origen se puede actuar sobre las vías de transmisión usando sistemas de aislamiento contra las vibraciones (instalación de los puestos sobre pisos o plataformas antivibratorias, etc).

### 4. Condiciones termohigrométricas

Las condiciones climáticas de los lugares de trabajo constituyen un factor que influye directamente en el bienestar y la ejecución de las tareas. Estas condiciones climáticas pueden verse afectadas por el calor adicional debido a los equipos de PVD. Veremos a continuación los principales parámetros térmicos y cómo adaptarlos para conseguir un ambiente térmico adecuado, que no tenga efectos adversos para el confort y la salud.



Los principales parámetros que intervienen en el bienestar térmico son los siguientes:

### **Temperaturas**

La temperatura operativa aceptable (parámetro utilizado para describir el efecto combinado de la temperatura y velocidad del aire y de la temperatura radiante media) depende principalmente del nivel de actividad y de la vestimenta de la persona.

Por otro lado, el confort térmico depende de la asimetría de la temperatura radiante, es decir, de la diferencia de la temperatura radiante de las superficies del entorno.

En general, para puestos de oficina con PVD, se puede considerar como valor de la temperatura operativa la media de la temperatura del aire y de la temperatura radiante media en un lugar determinado. Para edificios con ventanas y paredes bien aisladas, se puede asumir que la temperatura del aire y la temperatura radiante media son iguales (siempre que no haya fuentes relevantes de calor procedentes del equipo o de las luminarias).

La existencia de una gran superficie vertical fría o caliente puede causar una asimetría inaceptable por temperatura (por ejemplo, ventanas con insuficiente aislamiento en invierno o la radiación directa del sol a través de las ventanas en verano). Dichas asimetrías también pueden ser causadas por la existencia de una gran superficie horizontal fría o caliente (por ejemplo, techos fríos o calientes). Las personas son más sensibles a los techos calientes y a las superficies verticales frías.

### **Velocidad del aire**

Puede afectar a la sensación térmica general y provocar sensaciones molestas de corriente de aire. Estas molestias dependen de la velocidad media del aire, de las turbulencias o fluctuaciones de la velocidad del aire y de la temperatura del aire.

En el diseño de los sistemas de ventilación o aire acondicionado, se debería considerar que las personas con vestimenta normal son más sensibles a las corrientes de aire en las zonas del cuello y de los tobillos.

### **Temperatura de la superficie del suelo**

Otra de las causas de desconfort térmico se presenta cuando la temperatura del suelo es muy diferente de la temperatura del aire. No obstante, esto reviste menor importancia cuando no se entra en contacto directo con el suelo. Por tanto no suele revestir importancia en los puestos con PVD, donde los trabajadores utilizan algún tipo de calzado y ninguna otra parte de su cuerpo entra en contacto con el suelo.

### **Humedad del aire**

Un aumento de la humedad relativa del aire conduce a una temperatura operativa más alta. No obstante, para el trabajo sedentario con temperaturas en rango moderado (20 °C a 26 °C) la influencia de la humedad relativa es pequeña.

Si la humedad es demasiado baja, existe riesgo de sequedad en las membranas mucosas y desconfort en los ojos de las personas que usan lentes de contacto. Por otro lado, si la humedad es demasiado alta, hay riesgo de condensación en las superficies frías y de crecimiento de moho.

### **Actividad y vestimenta**

Como consecuencia de las diferencias individuales, no se puede proporcionar un medio ambiente térmico que satisfaga a todos; debido a ello, es importante que cada persona pueda



tener algún control sobre su balance térmico a través del ajuste de algunos parámetros del medio ambiente térmico o bien de los citados parámetros personales.

### **Criterios de bienestar térmico**

La norma ISO 7730 contiene un método capaz de integrar la influencia que tienen los principales parámetros que intervienen en la sensación térmica general, se trata del método de los índices PMV y PPD (inspirado en el método de FANGER).

Complementariamente, la norma ISO 8996 contiene información precisa para cuantificar niveles de actividad y en la norma ISO 9920 se proporciona la información necesaria para determinar el aislamiento térmico de la vestimenta.

Los parámetros considerados en el citado método son los siguientes:

De carácter medio ambiental:

Temperatura del aire

Temperatura radiante media

Humedad

Velocidad del aire

De carácter personal:

Aislamiento térmico del vestido

Nivel de actividad

### **Valores recomendados**

Los criterios que se proporcionan en las tablas siguientes (I y II), de acuerdo con los índices PMV y PPD, son aplicables a las zonas climáticas templadas y lugares de trabajo donde no sea obligatorio usar un tipo especial de vestimenta.

La tabla I muestra los valores recomendados para lograr el confort térmico en periodos estacionales de invierno y verano. Se estima que esas condiciones térmicas serán consideradas aceptables por más del 80 % de los trabajadores. La estimación está basada en el Anexo A de la norma ISO 7730:1994, considerando una humedad relativa del 50 % y el valor de metabolismo propio de una actividad sedentaria.

Tabla I. Valores recomendados para los parámetros relativos al individuo y el medio ambiente

PARÁMETRO	PERIODO INVERNAL	PERIODO ESTIVAL
<b>Parámetros personales</b>		
Aislamiento del vestido	1,0 clo <sup>(a)</sup>	0,5 clo <sup>(a)</sup>
Nivel de actividad	1,2 met	
<b>Parámetros medioambientales relativos a la sensación térmica general</b>		
Índice PMV	- 0,5 < PMV < 0,5	
Índice PPD	< 10%	
<b>Parámetros medioambientales relativos a la sensación térmica local</b>		
Asimetría de la temperatura radiante <sup>(b)</sup>		
- Superficies verticales frías (pared, ventana)	< 10 K	
- Superficies horizontales calientes (techo)	< 5 K	
Diferencia vertical de la temperatura del aire	< 3K	
Corriente de aire molesta	< 15%	
Velocidad media del aire <sup>(c)</sup>	< 0,13 m/s a 20 °C	
(a)	1 clo =	0,155 m <sup>2</sup> °C/w
(b) Las recomendaciones para superficies verticales calientes y superficies horizontales frías son menos estrictas y no están incluidas en la norma ISO 7730.		
(c) Se asume que la temperatura del aire es igual a la temperatura operativa y que la intensidad de la turbulencia es el 40%.		

El valor de los parámetros correspondientes a otros niveles de tolerancia pueden ser evaluados de acuerdo con la norma ISO 7730.

La tabla II muestra las recomendaciones para tres categorías. En esta tabla, la categoría B corresponde a la tabla I. Las diferencias entre las categorías corresponden al rango de temperaturas correspondiente a la temperatura operativa óptima, es decir, la temperatura a la cual el máximo número de ocupantes están satisfechos es la misma para todas las categorías.

Tabla II. Relación entre los parámetros individuales y medioambientales para tres rangos de valores del índice PMV y tres niveles del índice PPD

PARÁMETRO	PERIODO INVERNAL			PERIODO ESTIVAL		
<b>Parámetros personales</b>						
Aislamiento del vestido	1,0 clo <sup>(a)</sup>			0,5 clo <sup>(a)</sup>		
Nivel de actividad	1,2 met					
<b>Parámetros medioambientales</b>						
Categoría	A	B	C	A	B	C
Índice PMV	± 0,2	± 0,5	± 0,7	± 0,2	± 0,5	± 0,7
Índice PPD	< 6	< 10	< 15	< 6	< 10	< 15
Temperatura operativa	22 ± 1,0	22 ± 2,0	22 ± 3,0	24,5 ± 0,5	24,5 ± 1,5	24,5 ± 2,5
(a) 1 clo = 0,155 m <sup>2</sup> °C/w						



### Estimación y medida de los parámetros térmicos

**Parámetros medioambientales** Los parámetros medioambientales pueden medirse utilizando la norma ISO 7726. La temperatura operativa (índices PMV-PPD), la asimetría de la temperatura radiante y la humedad se miden a la altura del abdomen, normalmente a 0,6 m sobre el nivel del suelo para personas sentadas y a 1,1 m para personas de pie. Para evaluar las corrientes de aire y las diferencias verticales de la temperatura del aire, la temperatura del aire, la velocidad media del aire y la turbulencia se miden a los niveles de la cabeza y de los tobillos, lo cual significa normalmente 1,1 m y 0,1 m sobre el nivel del suelo para personas sentadas y 1,7 m y 0,1 m para personas de pie.

**Parámetros personales** Para estimar el nivel de actividad puede utilizarse la norma ISO 7730. Para una estimación más precisa se puede utilizar la norma ISO 8996. Para el trabajo sedentario en puestos de trabajo con PVD se podría considerar el valor de 1,2 met. Para estimar el aislamiento térmico de la vestimenta se pueden utilizar los criterios de la norma ISO 7730 o bien, para una estimación más detallada, la norma ISO 9920. En época de invierno se puede considerar el valor de 1,0 clo, y en verano el valor de 0,5 clo.

## 5. Campos electromagnéticos

La influencia de los campos electromagnéticos en las PVD puede ponerse de manifiesto en forma de distorsión de las imágenes. De manera similar, los campos electrostáticos pueden interferir en el funcionamiento de los dispositivos informáticos y causar molestias al operador (descargas electrostáticas).

Para las PVD sin protección "antiparasitaria" se pueden producir perturbaciones de la imagen con campos electromagnéticos que excedan la intensidad del campo magnético terrestre (40 A/m aproximadamente).

Con campos electromagnéticos ambientales de interferencias del orden de 10 a 15 V/m no cabe esperar ninguna influencia a distancias de 0,5 a 1 m del equipo informático.

Para reducir los efectos de los campos electromagnéticos y estáticos se pueden aplicar las siguientes medidas:

### Para los campos electromagnéticos

Aplicación de las normas técnicas contra interferencias radioeléctricas por parte del fabricante (por ejemplo: la norma DIN/VDE 0871 Clase B).

### Para los campos electrostáticos

Utilización y/o aplicación de productos antiestáticos.

Uso de equipos con protección del tipo IEC 801-2.

Aumento de la humedad relativa del aire.

## Capítulo 7. Aspectos relativos a la ergonomía de software

### 1. Principios de diseño en los sistemas de diálogo persona-ordenador

La incorporación de los principios de diseño ergonómico aplicado al diseño del software se considera actualmente imprescindible para facilitar su utilización por amplios colectivos. Este proceso conlleva un progresivo acercamiento entre el modo de funcionamiento de los programas concebidos por el programador y la forma en que habitualmente el operador humano desarrolla



su trabajo; esto requiere prestar una atención especial al diseño de la interfaz de diálogo persona/ordenador.

En las aplicaciones informáticas se pueden emplear distintas técnicas de diálogo mediante las cuales el usuario interactúa con la máquina; entre ellas se encuentran los comandos, los menús, la manipulación de objetos y los formularios.

Dichas técnicas de diálogo, que pueden ser utilizadas por separado o combinadas en una misma aplicación informática, constituyen uno de los principales objetos del diseño ergonómico del software.

## 2. Criterios generales de diseño

En la ergonomía del software se consideran siete principios generales de diseño, aplicables a cualquier técnica específica de diálogo:

- ° Capacidad de adecuación a la tarea
- ° Autodescriptividad del sistema
- ° Controlabilidad
- ° Conformidad con las expectativas del usuario
- ° Tolerancia a los errores
- ° Capacidad de adaptación al usuario
- ° Fácil de aprender a utilizar

### 1. ° Capacidad de adecuación a la tarea

Un diálogo es susceptible de adecuarse a la tarea en la medida en que asiste al usuario para lograr un acabado de la misma con eficiencia y eficacia.

#### Aplicaciones típicas de este principio

El sistema de diálogo debe presentar al usuario únicamente los aspectos pertinentes a su actividad en el contexto de la tarea.

Por ejemplo, la representación en la pantalla se debe estructurar correspondiendo a la secuencia de la tarea procesada.

Cualquier actividad requerida por el sistema de diálogo pero no inherente a la tarea propiamente dicha, debe ser realizada automáticamente por el propio sistema.

Por ejemplo, el cursor debe situarse automáticamente siguiendo la secuencia de la tarea, la información que pueda ser calculada internamente no debe ser solicitada al usuario, etc.

El tipo y formato de las entradas y salidas deben especificarse de tal forma que se adecuen a las tareas.

Por ejemplo, para facilitar la orientación del usuario respecto a las diversas secciones de la tarea, éste podrá obtener a voluntad una visión de conjunto que le facilite pasar de una sección a otra de la tarea.



Si existe la posibilidad de entrada de datos "por defecto", en una tarea dada, no deben ser requeridos al usuario.

Por ejemplo, puede evitarse cualquier tarea irrelevante de entrada de datos, como las series de ceros, etc.

Cuando, en el transcurso de una tarea, sea preciso transformar los datos, deben mantenerse accesibles los originales para permitir posibles consultas.

Por ejemplo, el usuario puede trabajar a varios niveles durante la ejecución de una tarea de dibujo.

## 2. ° Autodescriptividad del sistema

Un sistema de diálogo es autodescriptivo en la medida en que se hace comprensible en cada una de sus etapas mediante las oportunas explicaciones dadas al usuario con arreglo a las necesidades de éste, a través de una retroalimentación adecuada.

### Aplicaciones de este principio

El sistema de diálogo debe advertir al usuario sobre los resultados a que pueden conducir sus acciones en el caso de que las consecuencias sean importantes.

Por ejemplo, mediante una señal acústica al teclear junto a leyendas explícitas en la pantalla.

El usuario debe ser asistido mediante una retroacción o explicaciones suministradas por el sistema, que le ayuden a conseguir una comprensión general y le puedan servir de entrenamiento suplementario.

Dicha retroacción o explicaciones deben ser presentadas en una terminología basada en el entorno de la tarea más que en el sistema técnico del diálogo, y ser acorde con el nivel general de conocimientos previsible en los usuarios.

Por ejemplo, los términos técnicos usados en el diálogo deben ser los usados habitualmente en el campo específico de la aplicación y, además, el usuario podrá obtener la explicación de un término mediante su introducción con el teclado.

La retroacción o explicaciones proporcionadas por el sistema deben referirse estrictamente a la situación requerida y su eficacia debe reducir al mínimo la necesidad de consultar el manual de usuario u otras fuentes externas.

Por ejemplo, lo anterior puede lograrse si el sistema armoniza con el contexto en el que se desarrolla la actividad.

El usuario debe ser informado de los cambios en el sistema de diálogo que sean relevantes para la tarea.

Por ejemplo, el sistema debe informar de situaciones tales como:

Qué comando está siendo procesado.

Cuándo se espera la entrada.

Posibles alternativas de respuesta para el usuario.

La "historia" de la interacción realizada.



### 3. ° Controlabilidad

Se dice que un sistema es controlable en la medida que permite al usuario conducir con facilidad el curso de la interacción durante la tarea.

Para ello el sistema debe facilitar al usuario tanto la ejecución de operaciones como su anulación, dándole la posibilidad de deshacer lo efectuado en el último paso.

#### Aplicaciones típicas de este principio

La velocidad de la interacción no debe ser impuesta por el sistema, debe estar siempre bajo control del usuario de acuerdo con sus necesidades y características.

Si el diálogo ha resultado interrumpido por un error, el reinicio debe poder efectuarse en el paso inmediatamente anterior a la ocurrencia del error.

Si las necesidades o características del usuario requieren poder elegir el nivel de interacción, los cambios deben estar bajo su control.

Por ejemplo, los usuarios experimentados deben poder utilizar atajos, y el sistema debe abstenerse de proporcionar ayuda si no se le pide.

El modo en que se representan los datos de entrada/salida (tipo y formato) debe estar bajo control del usuario, ofreciéndole la posibilidad de evitar actividades innecesarias de entrada/salida.

Por ejemplo, el usuario puede hacer su elección del menú introduciendo solo el primer carácter.

De igual forma, el usuario que esté recibiendo una salida que no necesite debe poder pararla.

### 4. ° Conformidad con las expectativas del usuario

Un sistema de diálogo es conforme con las expectativas del usuario cuando funciona de acuerdo con los estereotipos o convenciones comúnmente aceptados y se corresponde con su formación y experiencia sobre la tarea.

#### Aplicaciones típicas de este principio

La aplicación debe usar una terminología que sea familiar al usuario en el contexto de su trabajo.

Los diálogos usados para tareas similares deben ser también similares.

Por ejemplo, mediante la utilización de la misma sintaxis para conducir el diálogo, que posibilite al usuario comunicarse con el sistema de diálogo en un lenguaje estándar en todas las situaciones de trabajo.

En la introducción de datos se debe dar una señal de retroacción inmediata cuando así lo espera el usuario.

Por ejemplo, el sistema de diálogo debe mover automáticamente el cursor a la posición donde debe hacerse la próxima entrada.

El sistema debe satisfacer siempre las expectativas del usuario relativas al tiempo de respuesta.

Por ejemplo, el movimiento del cursor debe producirse inmediatamente, siguiendo la acción de movimiento del dispositivo de entrada.



Si en un momento dado de la interacción, el tiempo de respuesta calculado va a ser mucho mayor del tiempo de respuesta normal, el sistema debe informar de ello al usuario.

Por ejemplo, emitiendo un mensaje del tipo "El procesado de su tarea se retrasará debido a la sobrecarga del sistema".

## 5. ° Tolerancia a los errores

Un diálogo es tolerante a los errores en la medida en que, a pesar de los errores que se cometan en la entrada, se puede continuar la tarea sin realizar correcciones o con correcciones mínimas.

La tolerancia a los errores cometidos por el usuario ha sido tradicionalmente muy pequeña en los programas de ordenador; por ejemplo, la excesiva rigidez en la sintaxis usada en los diálogos constituía un factor importante de tensión para el usuario. Un sistema tolerante a los errores debe proporcionar mensajes claros de error, informar sobre la causa de la interrupción y dar sugerencias para corregirlos.

### Aplicaciones de este principio

El sistema debe explicar el tipo de error cometido para ayudar al usuario a corregirlo. Por ejemplo, el sistema puede presentar un mensaje de error que contenga información sobre dicho suceso, el tipo de error y los posibles métodos para corregirlo.

En los casos en que el sistema de diálogo sea capaz de corregir los errores automáticamente, debe advertir al usuario sobre la ejecución de dichas correcciones y darle oportunidad de rechazarlas.

Asimismo, si el sistema es capaz de corregir un error en más de un sentido, debe presentar al usuario las alternativas que puede elegir, pero sin excluir otras posibles entradas.

Por ejemplo, el sistema puede dar un mensaje de error cuando un nombre no se ha escrito correctamente, dando alternativas para su corrección si el usuario lo desea. O bien, una función de deletreo del sistema de diálogo se puede encargar de realizar correcciones automáticas, que han de ser luego confirmadas por el usuario.

Es deseable que, durante la corrección de errores, el sistema pueda proporcionar explicaciones adicionales si lo demanda el usuario.

Por ejemplo, si el sistema ha dado un mensaje de error debido a que un nombre de archivo no se ha deletreado correctamente, el sistema puede sugerir alternativas si ello es solicitado por el usuario.

El mensaje de error debe ser formulado y presentado en un estilo comprensible, objetivo y constructivo. Los mensajes de error no deben contener juicios de valor, tal como **"Esta entrada es una tontería"**.

Por ejemplo, puede utilizar expresiones del tipo "Esta entrada no se puede interpretar como una fecha de nacimiento; por favor, utilice el siguiente formato de entrada: día, mes, año".

## 6. ° Capacidad de adaptación al usuario

Se dice que un sistema de diálogo es adaptable al usuario en la medida en que es capaz de modificarse para adecuarse al nivel de destreza del usuario en relación con una determinada tarea.

### Aplicaciones típicas de este principio



El sistema debe disponer de mecanismos para permitir la adaptación del sistema de diálogo al lenguaje, cultura, conocimiento y experiencia en la tarea de cada usuario, así como a sus habilidades perceptivas, sensomotoras y cognitivas.

Por ejemplo, la adecuación del sistema de diálogo puede incluir las necesidades debidas a las limitaciones especiales del usuario, tales como dislexia, daltonismo, etc.

Asimismo, el ratón puede ser adaptable para poder usarlo tanto con la mano derecha como con la izquierda.

El sistema de diálogo debe permitir al usuario la elección de formas alternativas de representación, de acuerdo con sus preferencias individuales y con la complejidad de la información procesada.

Por ejemplo, el usuario puede cambiar la presentación y el formato de salida de acuerdo con sus preferencias personales.

La extensión de las explicaciones dadas por el sistema (tales como los detalles en mensajes de error, la información de ayuda, etc.) debe ser modificable en función del nivel de conocimientos del usuario.

Por ejemplo, el usuario puede cambiar el nivel de detalle de salida, mayor detalle durante el periodo de aprendizaje, detalle intermedio para la comunicación de errores y mínimo detalle para las salidas habituales.

El usuario debe poder incorporar su propio vocabulario con el fin de establecer nominaciones individualizadas para objetos y acciones.

Asimismo, debe poder adaptar la velocidad del diálogo a su velocidad individual de trabajo; por ejemplo, la velocidad de presentación de la información de salida.

## **7. ° Fácil de aprender a utilizar**

Se dice que un sistema de diálogo facilita su aprendizaje en la medida en que proporciona guías de ayuda y otros medios didácticos al usuario durante la etapa de aprendizaje.

Aunque un operador aprenda a utilizar una determinada aplicación informática su primer objetivo consiste en conseguir, con el mínimo esfuerzo posible, un procedimiento que le permita efectuar su trabajo.

Lo más habitual es que el aprendizaje sea guiado por las necesidades de la tarea, no por las potenciales capacidades del sistema. Esto es así porque, en la práctica, el usuario siempre tiende a buscar un equilibrio entre el esfuerzo invertido en aprender a usar el sistema y los beneficios esperados.

### **Aplicaciones típicas de este principio**

Las reglas y conceptos fundamentales deben resultar transparentes para los usuarios, permitiéndoles construir sus propias estrategias y reglas de memorización de las actividades.

Por ejemplo, el usuario debe poder conseguir una visión de conjunto, así como de los aspectos conceptuales y de la estructura de la aplicación con la que está trabajando.

La información de ayuda debe correr a cargo de la tarea.

Por ejemplo, que los comandos de edición no necesiten ser conocidos por el usuario, pues se le presenta una lista de posibles comandos.



El sistema debe posibilitar el empleo de las estrategias más relevantes de aprendizaje, tales como las de aprendizaje mediante ejecución, comprensión orientada y mediante ejemplos.

Por ejemplo, el usuario siempre debería poder retroceder en el diálogo, teniendo a su disposición información de ayuda por visión de conjunto y una retroacción para el aprendizaje mediante ejemplos.

Asimismo, el sistema puede posibilitar el aprendizaje mediante la ejecución, estimulando al usuario para que experimente a través de varios supuestos y situaciones.

El sistema debe emplear todo tipo de estrategias para ayudar al usuario a familiarizarse con los elementos de diálogo.

Por ejemplo, utilizando localizaciones estándar para el mismo tipo de mensajes y que las disposiciones similares en la pantalla se utilicen para objetos similares de la tarea.

### 3. Las guías de ayuda

Muchos de los requisitos del sistema de diálogo como son: la autodescriptividad, la tolerancia a los errores, la capacidad de adaptación al usuario y la facilidad de aprendizaje, dependen estrechamente de las "guías de ayuda"; por ello el sistema de diálogo debe incluir un subsistema de ayuda que facilite al usuario la realización de su tarea.

Las "guías de ayuda" son informaciones adicionales que pueden obtenerse en el curso de la interacción usuario/ordenador. Estas informaciones pueden ser proporcionadas a requerimiento del usuario (iniciadas por el usuario) o bien ser suministradas de forma automática por el sistema (iniciadas por el sistema). Este tipo de información debe ser fácilmente distinguible de otras informaciones mostradas en la pantalla en el curso de la tarea. Los mensajes de ayuda iniciados por el sistema deben ser eliminados automáticamente de la pantalla cuando dejan de ser pertinentes a la acción del usuario o al estado del sistema. Por el contrario, los mensajes iniciados por el usuario deben permanecer bajo su control hasta que éste decida suprimirlos.

En general, se recomienda que los mensajes de ayuda se formulen en sentido positivo, indicando lo que hay que hacer más que lo que hay que evitar. No obstante, conviene emplear formulaciones negativas cuando sea necesario enfatizar un aspecto o señalar excepciones a una regla. Por ejemplo:

[ no almacenar los datos mientras el sistema está corriendo ]

Asimismo, en los mensajes debe aparecer escrito, en primer lugar, el resultado de una acción y, después, cómo ejecutarla. Por ejemplo:

[ para borrar la pantalla, presione "intro" ]

en lugar de:

[ presione "intro" para borrar la pantalla ]

Por otra parte, los mensajes deben aparecer formulados de tal manera que refuercen la percepción del usuario de que es él quien controla la tarea y no el sistema.

Por ejemplo:

[ para guardar los cambios, presione "intro" ]

en lugar de:



[ el sistema guardará los cambios si presiona "intro" ]

### 1. Las ayudas interactivas

Una clase de ayuda importante es la de tipo interactivo, destinada a proporcionar información al usuario de forma automática en respuesta a sus acciones. En estas ayudas el tipo de retroacción o "feed-back" depende de las entradas del usuario, del estado del sistema y de los cambios realizados en la tarea. Como ejemplos comunes de retroacción tenemos: los mensajes que indican que un comando se ha recibido y está siendo ejecutado, la presentación de una ventana de ayuda cuando el usuario presiona la tecla de ayuda y el movimiento del puntero en la pantalla en respuesta a los movimientos del ratón. El diseño de estas ayudas debe tener en cuenta lo siguiente:

◦ **La habilidad del usuario y sus limitaciones.** Por ejemplo, las aplicaciones diseñadas para ser utilizadas por personas con daltonismo, sordera, etc. deben proporcionar retroacciones adecuadas a dichas limitaciones.

◦ **La variedad de los potenciales usuarios.** La retroacción para usuarios con poca experiencia debe incluir más información básica que la necesaria para los más experimentados.

◦ **Los propios requisitos de la tarea.** La clase de señal utilizada por el sistema debe ser compatible con el tipo de atención demandado por la tarea. Por ejemplo: si el operador debe mirar durante la tarea a otros lugares distintos que la pantalla, será necesario incluir un sistema de retroacción suplementario distinto del visual (por ejemplo, de tipo acústico) para determinados mensajes.

◦ **Las capacidades del sistema.** La retroacción no debe depender del "hardware" que el usuario pueda o no tener (o depender de ello lo menos posible). Por ejemplo: no incorporar solamente señales acústicas si parte de los sistemas no tienen dispositivo acústico.

Un requisito importante para la retroacción proporcionada por el sistema es que no sea intrusiva ni distraiga de la tarea al usuario. Por otro lado, el sistema también debe proporcionar una señal destinada a indicar al usuario cuando ha concluido una petición. En el caso de que dicha petición no pueda concluirse inmediatamente debe proporcionar primero una señal de que la petición ha sido aceptada y finalmente otra indicación cuando la acabe. Por ejemplo: cuando una petición va a tardar en realizarse más de 15 segundos el sistema puede dar una indicación a los 5 segundos de que ha sido aceptada, seguida de indicaciones sucesivas cada 5 segundos para informar del estado del proceso.

### 2. Los indicadores de órdenes

Otro tipo de mensaje de ayuda es el constituido por los "prompts" o indicadores de órdenes del sistema. Estos indicadores de órdenes pueden ser genéricos o específicos. Los genéricos indican simplemente que el sistema está esperando una entrada del usuario, sin especificar qué tipo de entrada; los indicadores de órdenes específicos indican qué tipo de entrada del usuario está esperando el sistema, así como el tipo de entrada válida en ese punto del diálogo; por ejemplo: "teclea el nombre del archivo que quiere abrir".

Los "indicadores de órdenes" genéricos deben utilizarse cuando no sean aplicables los de tipo específico y, en particular, cuando existen muchas entradas posibles, de tal forma que éstos no resulten prácticos o el espacio en pantalla sea insuficiente para mostrar todas las alternativas.

Los "indicadores de órdenes" específicos deben sugerir el tipo de datos que han de ser introducidos, formateando los campos de entrada de forma consistente. Por ejemplo: **"introducir la fecha: \_/\_/\_ (día/mes/año)"**.

### 3. Las ayudas "on line"



Las ayudas "on line" son guías adicionales proporcionadas por el sistema a las que se puede acceder en cualquier momento en el transcurso de la tarea. Como ejemplos de ayuda "on line" tenemos: las **instrucciones**, (sobre procedimientos de tarea, sintaxis de comandos, etc.) y las **descripciones** (por ejemplo, sobre el significado de las pantallas y acciones asociadas).

En general, se recomienda que este tipo de ayuda sea sensible al contexto de la tarea y a las entradas más recientes del usuario.

También estas ayudas pueden ser iniciadas por el sistema o iniciadas por el usuario. La ayuda "iniciada por el sistema" debe ser proporcionada en los casos siguientes:

Para usuarios con poca experiencia, a fin de evitarles tener que consultar la guía por propia iniciativa.

Como recordatorio, para usuarios que empleen la aplicación de forma esporádica.

Para informar a cualquier tipo de usuario sobre los recursos y herramientas disponibles para realizar una determinada operación.

Las ayudas iniciadas por el sistema deben poder ser retiradas por el usuario a voluntad.

Por otro lado, tenemos las ayudas "on line" iniciadas por el usuario. El usuario debe poder solicitar estas ayudas de una forma sencilla y consistente, es decir, el tipo de instrucción debe sugerir una petición de ayuda. Por ejemplo, mediante la pulsación de la tecla "?", F1 o seleccionando la palabra o icono "ayuda".

Una vez realizada la petición de ayuda, en el transcurso de la tarea, es recomendable que el sistema muestre los temas relacionados con el contexto de esa tarea. No obstante, el tema de ayuda debe ser especificado por el usuario en los siguientes casos:

Cuando no existe un contexto de tarea disponible para delimitar el tipo de ayuda requerida.

Cuando el usuario realice distintas tareas simultáneas y requiera flexibilidad para elegir el tipo de ayuda que desea.

#### 4. Los mensajes de advertencia y de error

En relación con los mensajes de error es necesario tener en cuenta lo siguiente:

Los mensajes deben ser retirados automáticamente tan pronto como se haya corregido su causa (o antes, si el usuario quiere quitarlos).

En el caso de que sea posible anticipar el fallo, el sistema debe proporcionar un mensaje de advertencia antes de que se produzca el mismo. Por ejemplo: se puede dar un mensaje de precaución cuando exista riesgo de fallo debido a que la aplicación está corriendo con poca memoria.

El sistema debe proporcionar un mensaje de alerta o de confirmación antes de ejecutar el mandato si las acciones del usuario pueden tener consecuencias destructivas o son reconocidas por el sistema como ilógicas o dudosas o bien pueden ocasionar resultados de difícil reparación.

#### 4. Presentación de la información

Otro aspecto importante de la ergonomía del software lo constituye la presentación de la información en la pantalla de ordenador. La presentación de la información debe permitir que el usuario realice la tarea visual de forma satisfactoria y eficiente. Para ello, la información debe ser legible, comprensible y fácilmente interpretable. Por otro lado, debe estar de acuerdo con las



expectativas del usuario y con las convenciones comúnmente aceptadas. En el conjunto de recomendaciones relativas a la presentación de la información en la pantalla cabe distinguir tres categorías:

El tamaño y formato de los caracteres alfanuméricos

La organización de la información

La utilización de códigos técnicos

## 1. Características de los textos representados en pantalla

Estos aspectos han de ser examinados en el diseño de las pantallas de la aplicación considerando la posibilidad de que el programa permita el usuario cambiar la fuente y tamaño de los caracteres. Los criterios relativos al tamaño y al formato de los caracteres alfanuméricos son los expuestos en el Capítulo 3 de este Manual.

## 2. La organización de la información

Las recomendaciones relativas a la organización de la información en la pantalla, es decir, a la forma de estructurar la presentación de la información están dirigidas a facilitar la inspección visual y la discriminación de los elementos que se presentan.

En general, no existe una forma óptima de estructurar la información que sirva para cualquier tipo de tarea, no obstante, es posible definir algunos criterios comunes que pueden servir de guía.

Una recomendación de carácter general consiste en utilizar siempre las mismas zonas de la pantalla para suministrar el mismo tipo de información, es decir, que cada una de las distintas zonas de la pantalla tengan siempre el mismo significado. También es recomendable que, en la medida de lo posible, la información se presente en la pantalla con disposiciones similares a las que se utilizan habitualmente en los documentos impresos, dado que estamos más habituados a ellas. En todo caso, los diferentes elementos utilizados para estructurar la información (ventanas, barras de control, etc.) deberían diseñarse de acuerdo con patrones estandarizados.

Con el fin de facilitar la lectura de los textos mostrados en la pantalla se recomienda estructurarlos en párrafos mediante la inserción de líneas en blanco cada cierto número de líneas de texto. Para los textos escritos con espaciado simple puede ser suficiente con insertar una línea en blanco entre los párrafos y tres líneas de separación si son a doble espacio.

En las pantallas de texto la densidad no debería ser mayor del 40% de la capacidad total existente en la pantalla a fin de evitar las dificultades de lectura y la confusión debida a una pantalla saturada.

### Las ventanas

El empleo de ventanas, especialmente de ventanas múltiples, en una pantalla de visualización resulta muy apropiado para mostrar la información procedente de distintas fuentes o cuando es necesario alternar con frecuencia entre distintas aplicaciones, tareas o ficheros. También resulta apropiado cuando se necesita tener a la vista el contexto de la tarea mientras se realizan operaciones específicas en una parte de ella. Dentro de una misma aplicación las ventanas de un mismo tipo deben tener la misma apariencia. Por ejemplo, las ventanas de ayuda, por un lado, o las ventanas de mensajes, por otro.

Análogamente, las áreas y los elementos de control de las ventanas que realicen diferentes funciones deben ser fácilmente discriminables y estar colocados de forma consistente.

### Los listados

El empleo de listados constituye una forma habitual de organizar la información en las pantallas. Cuando se elaboran listados con información alfanumérica la alineación debe hacerse en el margen izquierdo, con la posibilidad de utilizar sangrados para organizar dicha información en orden jerárquico.

Por el contrario, en los listados numéricos que representen cantidades o valores la alineación debe hacerse a la derecha y, si contiene decimales, deben ordenarse respecto al punto o la coma que indica el decimal, tal como se indica a continuación:

Listado con números enteros	Listado con números decimales
57	0,0069
349	4,45
2.176	12,312
57.285	742,3464

Por otra parte, cuando se numeran los diferentes ítems de un listado el primer ítem debe marcarse con el "1" no con el "0". Si el listado ocupa más de una página se debe indicar la continuación. Por ejemplo: utilizando la indicación "pág. 2 de 5", la palabra "continúa" o una barra de continuación ". /.. ".

### Las tablas

Otra de las formas utilizadas habitualmente para organizar la información es el empleo de tablas, que son disposiciones de dos o más listas relacionadas entre sí.

En la información tabulada los datos más relevantes o de mayor prioridad deben situarse en la columna de la izquierda y los de menor significación a la derecha.

Con el fin de facilitar la exploración visual los encabezamientos de columna y de fila deben mantenerse al pasar las páginas. También se recomienda la inserción de filas en blanco entre cada 5 o 6 filas de datos con el fin de facilitar la lectura de las tablas o bien la utilización del color o de líneas divisorias.

## 3. La utilización de códigos técnicos

Para presentar información en la pantalla se utilizan códigos que cumplen diferentes funciones, entre ellos se encuentran los códigos gráficos, los códigos luminosos y los códigos de color.

### Códigos gráficos

Dentro de los códigos gráficos se incluyen los diagramas, los iconos y las formas geométricas. Los diagramas resultan muy útiles para facilitar la comprensión de datos numéricos. A este fin se pueden utilizar diagramas de barras, histogramas y gráficos en forma de tarta. Estos gráficos pueden tener distintas apariencias, por ejemplo, aparecer planos o en perspectiva. Por otra parte, los iconos o pictogramas, ampliamente utilizados en los entornos gráficos actuales, consisten en representaciones simplificadas de objetos reales y resultan muy útiles para la identificación rápida y clara del tipo de acción deseada. Para que sean eficaces, los iconos deben ser configurados de manera que sean fácilmente comprensibles y distinguibles entre sí.

Otra clase de codificación gráfica lo constituyen las formas geométricas. Estas formas se pueden utilizar para hacer más fácil la discriminación de categorías de información en las pantallas gráficas. Cuando se emplean formas geométricas es necesario limitar el número de ellas, con el fin de facilitar su discriminación.

### Códigos luminosos



Dentro de los códigos luminosos cabe citar la intermitencia, la inversión del contraste y el resalte luminoso. La codificación por intermitencia resulta muy eficaz para destacar alguna parte importante de la información que requiera la atención del usuario de forma prioritaria. Los mejores resultados se obtienen utilizando sólo dos niveles de codificación: con y sin intermitencia, si bien es posible distinguir de manera fiable hasta tres o cuatro ritmos de intermitencia. Cuando es necesario leer la información, la frecuencia de parpadeo no debe ser mayor de 2 Hz.

El resalte de luminosidad también se puede utilizar para los mismos fines que la intermitencia. Cuando se emplea este tipo de codificación se recomienda usar sólo dos niveles: brillo normal y brillo elevado, si bien se puede utilizar también un tercer nivel de baja luminancia destinado a la información menos importante.

Por último, para destacar ciertos ítems que requieran la atención del usuario, se puede utilizar la inversión del contraste. Por ejemplo: en un texto escrito con caracteres negros sobre fondo brillante se puede destacar una parte del mismo representando los caracteres brillantes sobre fondo negro.

### Códigos de color

Las recomendaciones que se exponen a continuación se aplican únicamente a las características del color empleado en los textos y gráficos simples, que no presenten gradaciones continuas de tonalidad o apariencia fotográfica.

### Efectos del fondo y del entorno sobre la imagen

Como ya se ha dicho en el Capítulo 3 de este Manual, para optimizar la discriminación e identificación de los colores se recomienda adoptar uno de los dos sistemas de representación siguientes: a) figuras en color sobre fondo acromático, b) figuras acromáticas sobre fondo en color. Conviene tener en cuenta que los fondos acromáticos (gama de grises) optimizan la visibilidad de las representaciones en color.

Por otro lado, cuando los colores extremos del espectro cromático se presentan simultáneamente, provocan un excesivo esfuerzo de acomodación o ciertos efectos de profundidad (cromoestereopsis) y por ello dichos colores no deberían emplearse simultáneamente para representar caracteres alfanuméricos en tareas de lectura.

También se debe evitar el empleo del color azul saturado para representar símbolos o texto sobre fondo oscuro.

El empleo del color para codificar la información debe hacerse con medida, con el fin de evitar la reducción de la eficacia debida al abigarramiento de colores en la pantalla. Para no perjudicar el reconocimiento del significado, cuando se utiliza el color como forma principal de codificación, cada color debe representar sólo una categoría de información. Con este tipo de codificación es posible reconocer con facilidad 10 u 11 colores diferentes, si bien no se recomienda usar más de cuatro o cinco cuando es necesario recordar su significado.

En las aplicaciones informáticas el color no debe ser el único medio de codificación.

Es necesario tener en cuenta que el 8 % de los varones presenta deficiencias en la visión de los colores y, por otra parte, conviene que la aplicación pueda correr también en monitores monocromáticos. En todo caso, dado que el color constituye un buen código auxiliar para identificar y discriminar la información con eficacia y rapidez, se aconseja su empleo de forma redundante junto con otras formas de codificación.

## Capítulo 8. El concepto de “usabilidad” aplicado al diseño de sistemas con PVD



A los efectos de esta guía se entiende por **USABILIDAD** la **eficacia**, **eficiencia** y **satisfacción** con las cuales unos usuarios determinados consiguen objetivos específicos en un determinado contexto de uso.

A su vez, se entiende por:

**Eficacia.** La precisión y nivel de acabado con que los usuarios logran los objetivos específicos.

**Eficiencia.** La precisión y nivel de acabado con que los usuarios logran los objetivos en relación con los recursos gastados.

**Satisfacción.** El grado de confort y aceptación del sistema utilizado, por parte de los usuarios.

El término "usabilidad" se utiliza algunas veces en un sentido limitado, para referirse específicamente a las características de un producto que lo hacen de fácil uso; pero aquí se considera que los atributos requeridos para hacer a un producto más o menos usable dependen también del contexto de uso. Así pues, la usabilidad no puede ser determinada únicamente por las características de un producto aislado.

En los capítulos anteriores, se han recogido los diferentes requerimientos y recomendaciones para las características del hardware y del software que contribuyen a la usabilidad de todo el sistema con equipos de PVD. Aquí se hace hincapié en que para diseñar y/o evaluar las características del hardware y del software es necesario conocer también las características del contexto en el que será usado el producto.

Aunque la usabilidad es una propiedad de todo el sistema, el foco de atención se centra habitualmente en un elemento específico del mismo. Dicho elemento suele ser a menudo un producto hardware o software. Es posible así especificar la usabilidad de un producto, *pero solo en relación con un contexto de uso previamente definido.*

Una vez definido ese contexto de uso es posible hacer comparaciones del grado de usabilidad (por ejemplo: entre diversos tipos de pantallas, de teclados o de software).

Esta guía de usabilidad puede ser utilizada en cualquiera de las etapas correspondientes al desarrollo, adquisición o ulterior operación de un sistema con equipos de PVD.

Para ello se proporciona un esquema que permite estructurar las actividades de diseño y evaluación mediante el concepto de usabilidad. No obstante, la especificación de los métodos de tests detallados, que es preciso elaborar en cada caso, se sale de los objetivos de esta guía.



## 1. Especificación y medida de la usabilidad

### Elementos integrantes del sistema con equipos de PVD

Como ya se ha dicho, aunque la usabilidad es una propiedad de todo el sistema, a menudo interesa evaluar un determinado elemento del mismo, elemento que puede ser un producto hardware o software, o bien cualquier otro componente del sistema.

Este elemento constituye entonces la variable objeto de diseño o evaluación, mientras los demás elementos del sistema se consideran como un contexto fijo de uso.

### Esquema utilizado

Para especificar o medir la **usabilidad** es necesario descomponer los factores de *eficacia*, *eficiencia* y *satisfacción*, así como los aspectos relevantes del contexto de uso, en atributos que puedan ser medidos y verificados.

La especificación o medida de la usabilidad puede entonces expresarse por el grado en que se logran los objetivos que se pretenden del sistema (eficacia), los recursos que han de gastarse para lograr dichos objetivos (eficiencia) y el grado en que los usuarios encuentran aceptable el conjunto del sistema (satisfacción).

El *contexto de uso* integra las características o atributos relevantes de la tarea, usuario, equipamiento y medioambiente que tienen influencia en la usabilidad.

### Información requerida

Para especificar la usabilidad de un sistema de trabajo con PVD se requiere:

- ° LA DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL CONTEXTO DE USO
- ° LA DESCRIPCIÓN Y MEDIDA DE LA USABILIDAD

Estas descripciones deben ser lo suficientemente precisas como para poder reproducir y verificar los aspectos que influyan significativamente en la usabilidad.

## 2. El contexto de uso

El contexto de uso puede ser algo ya existente o bien referirse al de un futuro sistema proyectado.

La especificación del contexto de uso requiere lo siguiente:

### a. La descripción del tipo de usuario

Esto puede incluir los conocimientos, habilidades, experiencia, educación, entrenamiento, características físicas y capacidades motoras y sensoriales.

En algunos casos puede ser necesario definir las características de diferentes tipos de usuario, por ejemplo, con diferentes niveles de experiencia, o que ejerzan diferentes roles.



**b. La descripción del equipamiento**

La descripción del hardware, del software y demás materiales puede hacerse en términos de un conjunto de productos, uno o más de los cuales pueden ser el objeto de especificación o evaluación de usabilidad, o bien dicha descripción puede hacerse en términos de un conjunto de atributos o características de rendimiento del hardware, software y demás materiales.

**c. La descripción del medioambiente**

Es preciso también describir las principales características del medioambiente físico y del medioambiente social. Los aspectos cuya descripción puede ser necesaria comprende las características del entorno técnico (ejemplo, el sistema operacional), el entorno físico (ejemplo, el lugar de trabajo y mobiliario), el entorno medioambiental (ejemplo, temperatura y humedad) y el entorno social y cultural (ejemplo, prácticas de trabajo, estructura de la organización y actitudes).

**d. La descripción de los objetivos de la tarea**

Las tareas deben ser descritas en términos de objetivos a conseguir, y no en términos de funciones o características de los productos ni en términos de las etapas o actividades que han de efectuarse para lograr dichos objetivos.

Por ejemplo, una telefonista puede tener como objetivo "cumplir las órdenes del cliente". Esta descripción, de alto nivel, puede descomponerse en objetivos parciales tales como: a) "recordar con precisión las órdenes del cliente" y b) "responder con prontitud a las preguntas de los clientes acerca de las órdenes que realizan".

También será necesario describir otras características importantes de las tareas, tales como la frecuencia y duración de las mismas. Esto requiere efectuar la selección de una muestra de todo el conjunto de tareas posibles. Las tareas y subtareas pueden ser identificadas a través de un "análisis de tarea".

Ejemplo de atributos a considerar en la especificación del contexto de uso

A menos que la especificación de usabilidad pueda tener lugar en las condiciones de uso habitual, será necesario decidir qué atributos del contexto de uso proyectado han de ser considerados.

El ejemplo que sigue muestra cómo se puede especificar el contexto de uso de un sistema con PVD a través de los atributos o características que pueden afectar a la usabilidad.

Las especificaciones pueden estar expresadas en términos de características relevantes o mediante la identificación con determinados ejemplares.

Estos atributos pueden servir de base para desarrollar los correspondientes tests detallados.



### Descripción de los usuarios

ATRIBUTOS PERSONALES	HABILIDADES Y CONOCIMIENTOS
<ul style="list-style-type: none"><li>o Edad</li><li>o Sexo</li><li>o Capacidad física</li><li>o Limitaciones físicas</li><li>o Motivación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>o Experiencia con el producto</li><li>o Conocimientos del sistema</li><li>o Experiencia en la tarea</li><li>o Experiencia organizativa</li><li>o Entrenamiento</li><li>o Habilidad con el teclado y con otros dispositivos de entrada de datos</li></ul>
<p>ATRIBUTOS COGNITIVOS</p> <ul style="list-style-type: none"><li>o Habilidad intelectual</li><li>o Actitudes</li><li>o Motivación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>o Cualificaciones</li><li>o Habilidad lingüística</li><li>o Conocimientos generales</li></ul>
<p>DETALLES PERSONALES</p> <ul style="list-style-type: none"><li>o Tipos de usuario</li><li>o Público y eventuales usuarios</li></ul>	

### Descripción del medio ambiente

MEDIO AMBIENTE ORGANIZATIVO	MEDIO AMBIENTE TÉCNICO
<p>Estructura</p> <ul style="list-style-type: none"><li>o Horas de trabajo</li><li>o Estructura del grupo de trabajo</li><li>o Función de la actividad</li><li>o Prácticas de trabajo</li><li>o Ayudas</li><li>o Interrupciones</li><li>o Estructura de mando</li><li>o Estructura de la comunicación</li><li>o Remuneración</li></ul>	<p>Configuración</p> <ul style="list-style-type: none"><li>o Hardware</li><li>o Software</li><li>o Materiales de referencia</li></ul>
<p>Actitudes y cultura</p> <ul style="list-style-type: none"><li>o Política de uso de computadoras</li><li>o Objetivos de la organización</li><li>o Relaciones industriales</li></ul>	<p>Diseño del lugar de trabajo</p> <ul style="list-style-type: none"><li>o Espacio y dimensiones</li><li>o Mobiliario</li><li>o Posturas de trabajo</li><li>o Ubicación</li></ul>
<p>Diseño de la actividad</p> <ul style="list-style-type: none"><li>o Flexibilidad de la tarea</li><li>o Control del rendimiento</li><li>o Retroacción en la ejecución</li><li>o Ritmos</li><li>o Autonomía</li><li>o Discrecionalidad</li></ul>	<p>Medio ambiente físico</p> <ul style="list-style-type: none"><li>o Condiciones atmosféricas</li><li>o Medio ambiente sonoro</li><li>o Medio ambiente térmico</li><li>o Medio ambiente visual</li><li>o Inestabilidad medioambiental</li></ul>
	<p>Seguridad del lugar de trabajo</p> <ul style="list-style-type: none"><li>o Riesgos para la salud</li><li>o Equipos de protección individual y sistemas de protección</li></ul>

## Descripción de la tarea y del equipamiento

CARACTERÍSTICAS DE LA TAREA	EQUIPAMIENTO
<ul style="list-style-type: none"><li>○ División-degradación de la tarea</li><li>○ Contenido de la tarea</li><li>○ Objetivos de la tarea</li><li>○ Repetitividad</li><li>○ Duración de la tarea</li><li>○ Frecuencia de sucesos</li><li>○ Flexibilidad de la tarea</li><li>○ Demandas físicas y mentales</li><li>○ Dependencias de la tarea</li><li>○ Resultados de la tarea</li><li>○ Riesgo resultante de un error</li></ul>	<p>Descripción básica</p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ Identificación del producto</li><li>○ Descripción del producto</li><li>○ Principales áreas de aplicación</li><li>○ Principales funciones</li></ul> <p>Especificación</p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ Hardware</li><li>○ Software</li><li>○ Materiales</li><li>○ Otros ítems</li></ul>

### 3. Las mediciones de usabilidad

No existe una regla general que indique cómo deben ser elegidas o combinadas las mediciones, ya que la importancia de los aspectos que determinan la usabilidad depende del contexto de uso y del propósito para el cual se determina la usabilidad.

Es necesario realizar mediciones de **eficacia**, **eficiencia** y **satisfacción**, y a menudo será preciso repetir dichas medidas **en diferentes contextos**.

#### 0. ° Las mediciones de eficacia

Las mediciones de eficacia, relativas a los objetivos totales o parciales de un sistema en uso, expresan la **precisión** y **acabado** con los que éstos se logran. Así, por ejemplo, si el objetivo deseado es elaborar un documento de dos páginas en un formato específico, la **precisión** puede medirse por el número de errores ortográficos y desviaciones respecto al formato de referencia; mientras que el **acabado** puede medirse por el número de palabras del documento transcrito dividido por el número de palabras del documento original.

#### 1. ° Las mediciones de eficiencia

La medida de la eficiencia expresa el nivel de eficacia conseguida con los recursos gastados para ello. Los recursos relevantes pueden comprender: esfuerzo, tiempo, materiales y coste financiero.

La eficiencia humana, por ejemplo, puede ser medida como la eficacia dividida por el esfuerzo; la eficiencia temporal, como la eficacia dividida por el tiempo; y la eficiencia económica como la eficacia dividida por el coste.

Si el objetivo deseado es, por ejemplo, imprimir copias de un documento, entonces la eficiencia puede ser expresada por el número de copias utilizables dividido entre los recursos gastados en la tarea (horas de trabajo, materiales consumidos y gastos del proceso).

## 2. Las mediciones de satisfacción

Las medidas de satisfacción expresan el confort y aceptabilidad del sistema por parte de los usuarios y de otras personas afectadas por su uso, y pueden referirse a aspectos específicos del sistema o ser medidas de satisfacción global.

El grado de satisfacción puede especificarse y medirse mediante una escala de actitudes o bien a través de entrevistas con cuestionario o cómputos de los comentarios negativos y positivos durante su uso.

Las mediciones de satisfacción pueden proporcionar indicaciones útiles sobre la percepción de la usabilidad del sistema por parte de los operadores, aunque no sea posible la obtención de medidas de eficacia y de eficiencia.

## 3. Ejemplos de mediciones de usabilidad

### Elección de los criterios de medida

La elección de los criterios de medida de la usabilidad depende de los requerimientos establecidos para todo el sistema y de las necesidades de la organización habilitada para ello. Así, por ejemplo, puede ser necesario especificar los criterios para conseguir el nivel mínimo aceptable de usabilidad o bien los criterios para alcanzar el nivel correspondiente al objetivo óptimo.

Medición relativa a los objetivos de la tarea

Como ya se ha dicho, para especificar o medir la usabilidad de un sistema de PVD se necesita efectuar mediciones de eficacia, eficiencia y satisfacción para los objetivos de la tarea.

Las mediciones de usabilidad pueden especificarse a través de los objetivos globales de la tarea (ejemplo, "hacer una carta"), o mediante objetivos más restringidos (ejemplo, "localizar y reemplazar un dato"). La selección de las medidas de usabilidad para las tareas más importantes del usuario supone ignorar otras funciones menos importantes, pero esto suele constituir la aproximación más práctica.

En la tabla siguiente se da un ejemplo con el tipo de mediciones apropiadas que pueden servir de base para organizar los correspondientes tests detallados.

Mediciones que pueden servir de base para organizar tests detallados

OBJETIVOS DE USABILIDAD	MEDIDAS DE EFICACIA	MEDIDAS DE EFICIENCIA	MEDIDAS DE SATISFACCIÓN
Consecución de los objetivos de la tarea	% de objetivos conseguidos	Tiempo requerido para acabar la tarea	Escala de satisfacción de los usuarios
	% de usuarios que completan con éxito la tarea	Tareas acabadas por unidad de tiempo	Proporción de tiempo extra habitual
	Precisión promedio de las tareas acabadas	Coste monetario de la tarea	Frecuencia de las quejas de los usuarios

Mediciones relativas a propiedades específicas del sistema con PVD

Es posible que se precise la realización de mediciones adicionales en relación con propiedades particulares deseadas para el sistema con PVD.

La tabla siguiente proporciona un ejemplo de algunas de dichas propiedades junto con las correspondientes mediciones para especificarlas.

Donde resulte apropiado, también puede utilizarse a este fin el tipo de mediciones recogidas en la tabla anterior, relativa a los objetivos de la tarea.

Propiedades del sistema con PVD y posibles mediciones para especificarlas

OBJETIVOS DE USABILIDAD	MEDIDAS DE EFICACIA	MEDIDAS DE EFICIENCIA	MEDIDAS DE SATISFACCIÓN
Que sea apropiado para usuarios entrenados	% de las posibilidades que son usadas  % de las funciones del sistema usadas	Eficiencia relativa comparada con un usuario experto	Escala de satisfacción para las diferentes posibilidades del sistema
Que resulte fácil de manejar	% de tareas correctamente completadas al primer intento	Tiempo empleado en el primer intento  Eficiencia relativa en el primer intento	Promedio de uso voluntario
Que sea apropiado para uso esporádico o intermitente	---	Tiempo empleado en releer las funciones	Frecuencia de reutilización
Que los requerimientos de apoyo (soporte) sean mínimos	% de referencias a la documentación  % de peticiones de apoyo	Tiempo productivo  Tiempo para aprenderlos criterios	---
Que resulte fácil de aprender	% de funciones aprendidas  % de usuarios que logran aprender los criterios	Tiempo para aprender el criterio  Tiempo para reaprenderlo  Eficacia relativa mientras aprende	Escala referida a la facilidad de aprendizaje
Tolerancia de errores	% de errores corregidos correctamente por el sistema	Tiempo empleado en la corrección de errores	Escala referida a los errores de manejo

#### 4. Aplicaciones

##### Elección del contexto y de las mediciones

La elección del contexto, de las mediciones y del grado de detalle de éstas depende de los objetivos perseguidos por las personas involucradas y de los aspectos que pueden afectar a la usabilidad.



Es necesario tener cuidado al generalizar los resultados de cualquier medida a otros contextos que pueden tener una diferencia significativa en cuanto al tipo de usuarios, tareas o medio ambiente.

Asimismo, si la usabilidad es medida sobre cortos periodos de tiempo, es posible no haber tenido en cuenta la ocurrencia de sucesos infrecuentes que, sin embargo, pueden influir mucho en la usabilidad, como es el caso de los fallos intermitentes.

Para productos de propósito general es necesario, normalmente, especificar la usabilidad en varios contextos distintos, que sean representativos de las diversas situaciones.

### Ejemplos de aplicación

#### Usabilidad relativa a los productos

*En el desarrollo de productos.* En las sucesivas etapas del proceso de desarrollo el diseñador puede medir la usabilidad y contrastarla con los objetivos establecidos. Esto permite tomar decisiones más objetivas acerca de los cambios necesarios en el diseño para mejorar la usabilidad y/o llegar a un compromiso apropiado entre el nivel de usabilidad y otras consideraciones.

*En la evaluación comparativa de productos.* Los evaluadores pueden organizar evaluaciones comparativas de usabilidad entre productos. Pueden identificar qué partes del contexto de uso (tareas, usuarios y medioambiente) necesitan ser controladas para llevar a cabo las evaluaciones comparativas. Esto se aplica también a los tests de equivalencia, donde se realizan comparaciones para determinar la usabilidad relativa de dos productos, respecto a uno de los cuales ya se conoce el nivel de usabilidad.

*En la elección de productos.* Un departamento de compras puede utilizar las mediciones de usabilidad como guía para elegir entre los productos existentes en el mercado.

Una vez especificados los requerimientos de usabilidad en relación con el contexto de uso previsto, en el cual son realizadas las mediciones de eficacia, eficiencia y satisfacción, se puede especificar las condiciones del test necesario y los criterios de evaluación.

#### Usabilidad de sistemas globales

*En el diseño del sistema.* Los responsables del diseño del medio ambiente de trabajo pueden plantearse objetivos de mejora de la usabilidad actuando sobre los diferentes elementos del contexto de uso de un producto, tales como el sistema operativo, el entrenamiento del usuario, la iluminación, etc., y efectuando comparaciones entre los niveles conseguidos de usabilidad.

*Para especificar los requerimientos del usuario.* Obteniendo la información relativa a las características del usuario, de la tarea que tiene encomendada y del medio ambiente en que debe llevarla a cabo.

*En los departamentos de adquisición de productos.* Estos departamentos pueden utilizar la información anterior como guía de trabajo para especificar los requerimientos de usabilidad que debe proporcionar el sistema que se desea implantar.

## Bibliografía

### Normativa legal

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.



Real Decreto 486/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Real Decreto 485/1997, 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Real Decreto 564/1993, de 16 de abril, sobre presencia de la letra "ñ" y demás caracteres específicos del idioma castellano en los teclados de determinados aparatos de funcionamiento mecánico, eléctrico o electrónico que se utilicen para la escritura.

**Nota.** Los Reales Decretos 1250 y 1251/1985 de 19 de junio, relativos a las especificaciones técnicas de los terminales de pantalla con teclado y de las impresoras seriales de matriz de puntos, respectivamente, **fueron derogados por el Real Decreto 560/1993, de 16 de abril.**

### Guías técnicas del INSHT relacionadas

Guía técnica sobre puestos con pantallas de visualización de datos

Guía técnica sobre utilización de equipos de trabajo (1ª parte)

Guía técnica sobre la utilización de lugares de trabajo

Guía técnica sobre prevención de riesgos eléctricos



## NORMAS TÉCNICAS SOBRE PUESTOS CON PVD

NORMA ISO-9241(EN-ISO 9241)	Fecha ISO	Fecha EN-ISO
Part. 1: "General introduction"	1997	1997
Part. 2: "Guidance on task requirements"	1992	1993
Part. 3: "Visual display requirements"	1992	1993
Part. 4: "Keyboard requirements"	1998	1998
Part. 5: "Workstation layout and postural requirements"	1998	1998
Part. 6: "Environmental requirements"	1999	1999
Part. 7: "Display requirements with reflections"	1998	1998
Part. 8: "Requirements for displayed colours"	1997	1997
Part. 9: "Requirements for non-keyboard input devices"	2000	2000
Part.10: "Dialogue principles"	1996	1996
Part.11: "Guidance on usability specification and measures"	1998	1998
Part.12: "Presentation of information"	1998	1998
Part.13: "User guidance"	1998	1998
Part.14: "Menu dialogues"	1995	1997
Part.15: "Command language dialogues"	1997	1997
Part.16: "Direct manipulation dialogues"	1999	1999
Part.17: "Form-filling dialogues"	1998	1998

(C) INSH



## ADOPCIÓN DE LA NORMA EN-ISO 9241 COMO NORMA TÉCNICA UNE-EN-ISO 9241

NORMA UNE-EN-ISO 9241	Fecha
Parte 1: "Introducción general"	1997
Parte 2: "Guía general sobre los requisitos de la tarea"	1994
Parte 3: "Requisitos de las pantallas de visualización"	1994
Parte 4: "Requisitos del teclado"	1999
Parte 5: "Concepción del puesto de trabajo y exigencias posturales"	1999
Parte 6: "Requisitos ambientales"	2000
Parte 7: "Requisitos relativos a los reflejos en las pantallas"	1998
Parte 8: "Requisitos para las pantallas en color"	1998
Parte 9: "Requisitos para los dispositivos de entrada diferentes 2001 al teclado"	2001
Parte10: "Principios de diálogo"	1996
Parte11: "Declaraciones de usabilidad"	1998
Parte12: "Presentación de la información"	1999
Parte13: "Guía general para el usuario"	1999
Parte14: "Diálogos por menús"	2000
Parte15: "Diálogos por comandos"	1998
Parte16: "Diálogos por acceso directo"	2000
Parte17: "Diálogos por cumplimentación de formularios"	1999

### OTRAS NORMAS TÉCNICAS RELACIONADAS

ISO 6385: "Ergonomics principles in the design of work systems".

ISO 7250: "Measurement of body dimensions".

ISO 2813: "Paints and varnishes".

ISO 7000: "Symbols".

ISO 9995: "Information technology - keyboard layouts for test and office systems".

ISO 8995: "Principles of visual ergonomics.- The lighting of indoor work systems".

ISO 7730 (EN-27730): "Moderate thermal environments.- Determination of the PMV and PPD indices and specification of de conditions for ternal comfort".

ISO 2631: "Evaluation of human exposures to whole body vibration. Part 1. General requirements".

ISO 5349: "Mechanical vibration.- Guidelines for the measurement and the assessment of human exposures to hand transmitted vibration".

ISO 1996: "Accustics.- Description and measurement of environmental noise.- Part 1. Basic qualities and procedures".



ISO 7779: "Accustics.- Measurement of airborne noise emitted by computer and business equipment".

ISO 3744: "Accustics.- Determination of sound power levels of noise sources - Engineering methods for free-field conditions over a reflecting plane".

ISO 3745: "Accustics.- Determination of sound power levels of noise sources - Precision methods for anechoic and semianechoic rooms".

ISO 3746: "Accustics.- Determination of sound power levels of noise sources - Survey methods".

ISO 6081: "Accustics.- Noise emitted by machinery and equipment - Guidelines for the preparation of test codes of engineering grade requiring noise measurement at the operator's or bystander's position".

ISO 4871: "Accustics.- Statistical methods for determining and verifying stated noise emission values for machinery and equipment. Part 1. General considerations and definitions".

ISO 1473: "Information processing - ISO 8-bit code for information interchange - structure and rule for implementation".

UNE-EN-29295 (ISO 9295): Medida del ruido de alta frecuencia emitido por ordenadores y equipos de oficina.

CEI 65: 1985: Requisitos de seguridad para los principales aparatos eléctricos de uso doméstico y uso general.

CEI 950: 1986: Seguridad en equipos de tecnología de la información incluidos los equipos eléctricos de oficina.

IEC 801-2: "Electromagnetic compatibility for industrial process measurement and control equipment. Part 2. Electrostatic discharge requirements".

IEC Pub. 73, 1984 "Colours of indicator lights and push-buttons" CIE Pub. N69, 1987 "Methods of characterising luminance meters and illuminance meters".

CIE Pub. N° 1 5.2, 1986 "Colorimetry".

CIE Pub. N° 1986 "Colorimetric illuminants".

CIE Pub. N° 17.4, 1987 "International lighting vocabulary".

CIE Pub. N° 15, 1978 "Recommendations on uniform colour spaces, colour difference equations, and psychometric colour terms".

CIE Pub. N° " 29.2, 1986 "Guide on interior lighting".

CIE Pub. N° 44, 1979 "Absolute methods for reflection measurements".

## **Anexo I.**

Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre trabajo con pantallas de visualización

## **Anexo II.**

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre lugares de trabajo