

ANALISIS DE CALIDAD EN GAFAS PARA USUARIOS TRABAJANDO CON VTD's

Emilio GALLARDO AGUILAR
 Instituto Nacional de Seguridad
 e Higiene en el Trabajo.
 C.N.M.P. Sevilla



RESUMEN

Se ha pretendido con esta comunicación, estudiar un nuevo modo de atacar los problemas visuales padecidos por los trabajadores que permanecen durante gran parte de su jornada laboral con la mirada fija en una pantalla videoterminal. Después de describir los trastornos más frecuentemente señalados y sus posibles causas, se hace un estudio de las características de las gafas actualmente comercializadas en España, insiendiendo principalmente en sus transmisiones para las radiaciones U.V., visibles e I.R.

INTRODUCCION

La implantación de los medios informáticos como herramienta de trabajo en todos los sectores de la industria, comercio y servicios, así como en la enseñanza, ha sido tan rápida y masiva que no ha dado ocasión para lograr desde el principio, la tan deseable adaptación ergonómica hombre-máquina.

Como es natural, ésto ha provocado la aparición de infinidad de quejas, a veces fundadas, a veces tan sólo frutos del temor a lo desconocido que se han intentado solucionar actuando sobre la instrumentación, el entorno y el método de trabajo.

TRASTORNOS OCULARES

Los numerosos trabajos publicados sobre el tema recogen tanto las anomalías o trastornos producidos en los usuarios de VTD's como las posibles causas imputables a las pantallas. Dados la brevedad de la exposición y el aspecto puntual de su finalidad, vamos a indicar las puramente visuales directamente rela-

cionadas con la lectura de texto y gráficos en la pantalla terminal.

Gil del Río (1982), C.I.E. (1984) y U.G.T. (1985) entre otros muchos, señalan como sintomatología más repetida, las molestias oculares (tales como irritación y/o inflamación de los ojos y párpados, sensación de quemazón, visión doble, visión borrosa), los dolores de cabeza y la irritabilidad. Estas sensaciones generalmente desaparecen tras un periodo de descanso más o menos largo, y sólo cuando no sucede así puede pensarse en un estado de salud defectuosa.

Insistiremos en que no es la pantalla en sí el agente productor de la enfermedad, pero actúa como catalizador de la misma, haciendo manifiesta la presencia de ciertos defectos visuales que antes se mantenían corregidos por los mecanismos habituales de acomodación del ojo. Ante pantallas con imágenes pequeñas, borrosas, parpadeantes, etc., el ojo se ve obligado a trabajar con esfuerzos suplementarios de acomodación. En consecuencia aparece la fatiga visual. Esta tiene lugar mucho más rápidamente y con más intensidad en los

casos de hipermetropía y presbicia. También los astigmatas son propensos a ella y en general todo defectivo visual no corregido, al igual que las personas de visión normal, aunque para éstas la aparición sea más tardía y generalmente sólo bajo condiciones adversas extremas.

Para los dolores de cabeza, cansancio muscular e irritabilidad existen otras causas además de una visión deficiente. Parecen tener más importancia los factores psicológicos de motivación en el trabajo, y las relaciones con compañeros, jefes o subordinados, las cuales se traducen en una mayor sensibilidad ante las deficiencias que pueda presentar la pantalla terminal (C.I.E. 1984).

PARAMETROS FISICOS DE LOS VTD's

La fatiga visual y otros trastornos oculares están relacionados (Gil del Río 1982), con algunas características de la pantalla y vamos a analizar a grandes rasgos su incidencia y la manera de alterar su influencia.

Un contraste luminoso elevado entre los caracteres y fondo de la pantalla frente al entorno, favorece la aparición pronto de fatiga visual (H. Shahnnavaz 1984), debido al paso repetido de visión mesópica a fotópica. Puede atenuarse aumentando la luminancia de los caracteres (pero no es recomendable) y disminuyendo la iluminación ambiental o local, según los casos.

Contraste cromático caracteres fondo de pantalla. Si bien el color de los caracteres no parece revestir una importancia vital, los pertenecientes a los extremos del espectro visible (rojo, violeta y azul) deben ser evitados (Helander 1984) por ser más difíciles de enfocar, debido a la aberración cromática del ojo, que los correspondientes a la parte central. Es una decisión subjetiva la preferencia por el color blanco, negro, amarillo, naranja o verde, pues el principal efecto está en el color complementario de la postimagen que puede ser visible durante cierto tiempo. (Helander et al. 1984).

En lo que parece existir más aceptación es en el uso de caracteres claros frente a fondo oscuro (pantallas de contraste negativo) que el de caracteres oscuros frente a fondo blanco (tal como leemos los documentos escritos habitualmente).

La estabilidad de la imagen depende del tipo de remanencia del fósforo y de la técnica de barrido empleada.

Puede alterarse por mal sincronismo del barrido o por variaciones en el circuito de alimentación. Según sea el valor de la frecuencia crítica de fusión del operador, se percibirá o no el parpadeo de la imagen. Este será más perceptible cuanto más grande, más densa en caracteres o más luminosa sea la pantalla. Si se disminuye la luminosidad de los caracteres se reduce el centelleo pero también el contraste con el fondo de la pantalla.

Con altos niveles de iluminación el valor de la FCF es independiente de la longitud de onda del estímulo intermitente, pero si son bajos, es menor para el color rojo que para el amarillo (Gil del Río, 1984).

Debe tomarse en consideración la existencia de epilepsia fotosensitiva en los operadores, los cuales deberían indicarlo para tomar precauciones previas.

La radiación no visible emitida, lo es en dosis generalmente muy por debajo de los valores considerados como mínimos para trabajar sin riesgo de sobreexposición. Existen referencias a la producción de cataratas pero son muy discutibles (C.I.E. 1984).

La nitidez de los caracteres es mayor para bajas luminancias de los mismos. A medida que aumentamos el brillo de éstos, se va perdiendo el contorno con lo cual la visión resulta más borrosa.

Las reflexiones parásitas sobre la pantalla pueden mitigarse con una limpieza adecuada de ésta, el uso de filtros o pantallas antirreflejan-tes, modificando la orientación o inclinación de la pantalla y primordialmente evitando la llegada de las luces que las producen. Su presencia obliga a entornar los ojos, adoptar posturas inadecuadas, etc. que producirán fatiga visual y cansancio muscular.

GAFAS PARA ORDENADOR

Recientemente, la lucha para eliminar o al menos paliar en la medida

de lo posible los problemas anteriores, se ha enfocado bajo un nuevo aspecto: la actuación sobre el operario, proporcionándole gafas estimadas como de protección contra las agresiones provenientes de la pantalla.

Pioneras en esta faceta han sido las empresas Bolle (Francia), Essilor (Francia) y Medical Optica (España), aunque es seguro que a no tardar surgirán otros muchos competidores. En sus campañas publicitarias unos y otros apuntan las ventajas que el uso de su producto puede producir. En resumen son las siguientes:

Bolle, modelo COMPUT IREX

- Eliminación de los UV e IR residuales.
- Atenuación de los reflejos de las fuentes luminosas. Se comporta como una pantalla antirreflejan- te al filtrar tanto los UV como los rayos violeta.
- Simplifica el trabajo de acomodación del ojo, por filtrar selectivamente la luz azul reduciendo el trabajo de acomodación debido a la aberración cromática del ojo en un 10%.
- Disminución de la sensación de parpadeo de la imagen al reducir la cantidad de luminosidad recibida.



Essilor, modelo ESSILOR SOFT

- La elección del color verde responde a lograr la mayor confortabilidad para la acomodación, ya que el 70-80% de las pantallas actuales poseen luminóforos verdes.
- La coloración degradada está prevista para hacer frente a los altos desequilibrios de luminancias producidos en el puesto de trabajo a nivel superior de la visión, manteniendo la zona inferior más clara por ser menos los reflejos que llegan desde teclado y suelo.
- El tratamiento antirreflectante sirve para evitar nuevos reflejos en los oculares, a los que llega el 4% de la luz. Los nuevos tipos de pantalla a base de cristal líquido o plasma no resuelven el problema de los reflejos parásitos sobre ellas.

Medical optica, modelo ORDENADOR

- Efecto Visera en la parte superior (tonalidad más oscura).
- Disminución de la intensidad luminosa de la pantalla. La percepción del centelleo es menor al ser disminuida la luminancia (zona intermedia del ocular).
- Total percepción del teclado y documentos (zonas inferior e intermedia).
- Disminución de luminancias en el entorno de la pantalla (zona intermedia y superior).
- Permite el paso de la visión de la pantalla al teclado sin problemas de adaptación, evitando el stress visual.
- Evita, el deslumbramiento por contraste, producido por las grandes diferencias entre las luminancias del plano posterior y la pantalla.

ESTUDIO DEL PRODUCTO

Recibidas muestras de estos tres tipos de gafas, se ha realizado un

estudio de laboratorio y una encuesta experimental con ellas, al objeto de obtener datos tanto objetivos como subjetivos.

Características físicas

En los tres casos se trata de oculares de material orgánico, de unos dos milímetros de espesor uniforme. El correspondiente a la casa Bolle es teñido en masa, por tanto de color homogéneo pardo claro. Los otros dos son de intensidad degradada desde la parte superior (más oscura) a la inferior (más clara), teniendo un color verde el de Essilor y color topacio claro el de Medop.

Calidad óptica

Mediante un frontofocómetro de proyección por coincidencia, se ha efectuado un barrido por la zona de visión en todas las muestras. La potencia esférica detectada se ha mantenido siempre inferior a 1/16 de dioptría esférica. De igual modo, la potencia prismática, medida en los oculares desmontados, no ha sido superior al valor de 1/8 de dioptría prismática.

Transmisión espectral

Dada la importancia de la eliminación de las radiaciones indesea-

bles, tanto en la parte visible del espectro como en la invisible, se ha dedicado especial atención a su valoración.

La instrumentación empleada ha sido un espectrofotómetro de absorción UV/VIS/IR con rango de 185 a 3152 nm y resolución máxima de 0.07 nm. Para la elaboración de los datos, lleva acoplado un ordenador de 128 K de memoria RAM, y doble unidad de disco de 5 y 1/4 pulgadas.

En primer lugar se efectuó un barrido abarcando las zonas IR, visible y UV del espectro, desde los 2000 hasta los 210 nanómetros, obteniéndose los registros gráficos que a continuación comentamos.

En la figura 1 aparecen los correspondientes a las tres zonas del ocular Essilor Soft. En ella se puede apreciar que la transmisión en la banda IR es idéntica para las tres, por lo que se deduce que la detención de los IR es debida principalmente a la naturaleza del material empleado en su fabricación y no al color del mismo ni a la mayor o menor oscuridad del tono.

Para el ocular Medop Ordenador ocurre igual, tal como se observa en la figura 2. No podemos sacar la

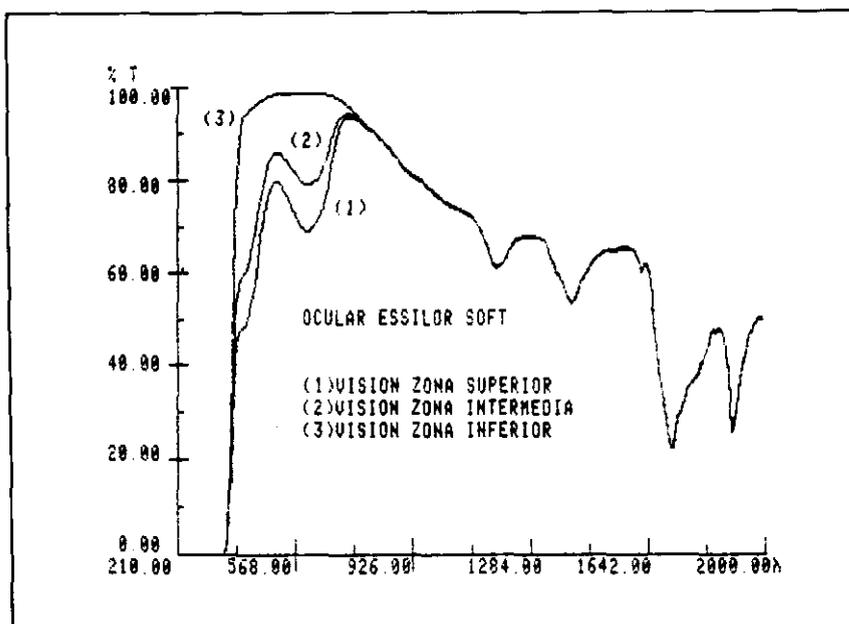


Figura 1. Transmisión ocular Essilor

misma conclusión para el ocular Comput Irex, por tratarse de una muestra homogénea y no disponer de diferentes tonos de color.

Los cálculos se han repetido, en base a los procedimientos operativos de la norma australiana AS 1067/83 que tiene por objeto los

visible por ejemplo, hay que considerar la influencia de la curva de sensibilidad del ojo observador y la distribución espectral de la energía del foco emisor. Mientras que la mayoría de las normas de protección contra radiaciones de soldadura o UV, consideran como foco radiante el iluminante patrón A de la C.I.E., las relativas a gafas de sol toman el iluminante D65 de la C.I.E. como base de cálculo.

También los límites del espectro visible pueden diferir de unas normas a otras, ocurriendo igual para las bandas UV e IR aunque en ellas no intervenga la curva de sensibilidad del ojo.

Determinación del color

Al referirnos a los oculares en estudio, se han indicado sus colores

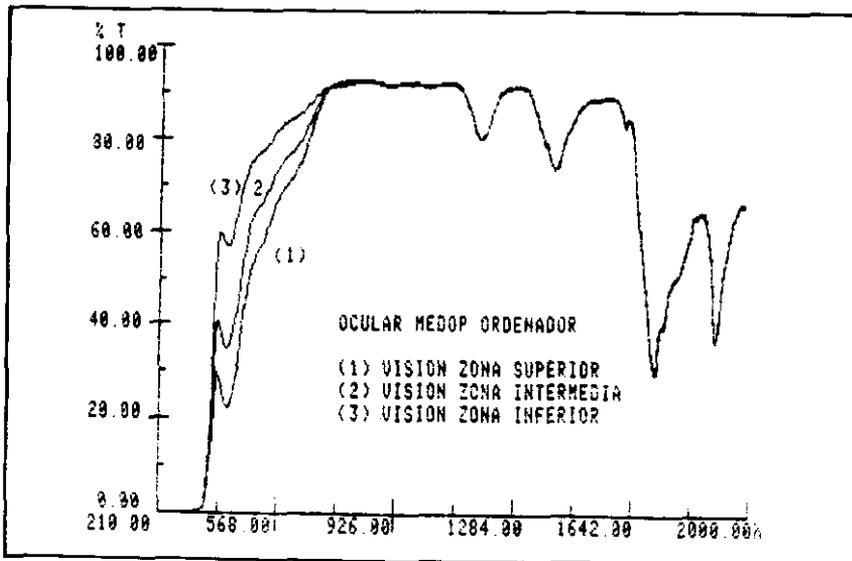


Figura 2. Transmisión ocular Medop

Resulta ilustrativo la comparación gráfica de los tres oculares, aunque para que no resulte demasiado complicado sólo se haga con las transmisiones de las zonas más oscuras de los oculares de color degradado y la muestra uniforme. En la figura 3 se superponen los barridos completos y en la figura 4 se muestra sólo el comportamiento en la banda de los IR.

Como quiera que por debajo de 450 nm la caída en los porcentajes de transmisión es tan grande que no permiten ser apreciados en la gráfica de la figura 3, se han realizado otros barridos entre los 450 y los 340 nm. La modificación de la escala en la figura 5 hace más palpable los diferentes comportamientos en esta banda del espectro, que corresponde al UV cercano y colores violeta y azul de la radiación visible.

Los datos anteriores se han procesado para obtener valores numéricos indicadores de las transmisiones medias en las diferentes bandas espectrales.

Ateniéndonos a las especificaciones de la norma del Ministerio de Trabajo "Oculares filtrantes para pantallas de soldadores", los resultados son los indicados en la Tabla 1.

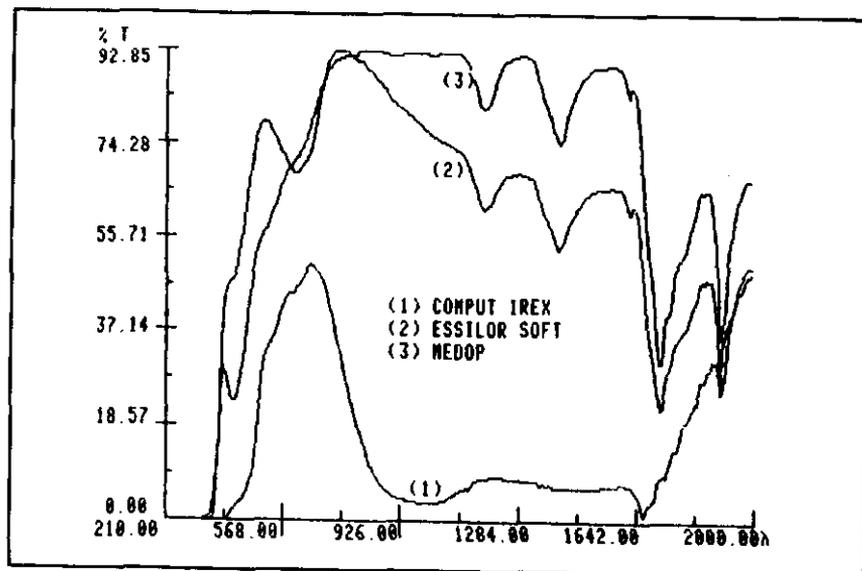


Figura 3. Comparación de las curvas de transmisión en todo el

oculares de protección contra la radiación solar. Estos se reflejan en la tabla 1.

Al estudiar las tablas 1 y 2, puede parecer extraño encontrar valores numéricos diferentes para los porcentajes de transmisión de cada muestra según sea la norma por la que se ha calculado.

Esto es así porque, en la determinación del valor medio en la banda

como pardo, verde y topacio. Esto es muy poco preciso para fines industriales, siendo necesario indicar con mayor objetividad el atributo del color. Hay normalizados diversos sistemas de medida, de entre los que hemos escogido dos: el de las coordenadas cromáticas del diagrama C.I.E. 1939 por ser muy utilizado y por tanto conocido, y el de coordenadas C.I.E. Lab por su fácil interpretación gráfica.

RESULTADOS SUBJETIVOS

Como complemento del análisis anterior, se entregaron a varias personas trabajando ante VTD's las gafas objeto de estudio, permitiéndoseles su uso durante varios días.

Posteriormente se les pidió información acerca de las características de la pantalla, el tipo de trabajo y el tiempo empleado ante la pantalla. El punto más importante fue conocer su impresión sobre cada gafa y la conveniencia de ser o no usadas.

Hubo unanimidad en considerar como ventajoso el uso de las gafas cualquiera que fuese el modelo, manifestando una mayor comodi-

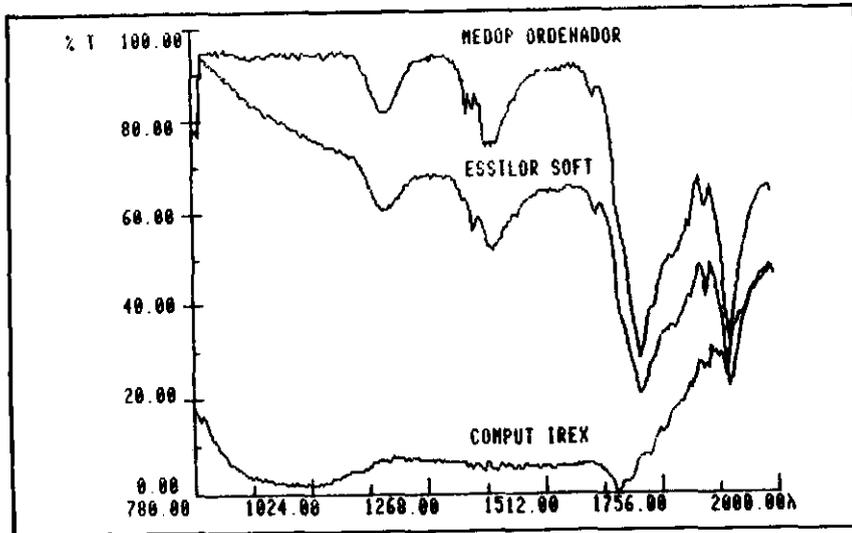


Figura 4. Comparación en la banda de IR

Para la obtención de los factores de transmisión espectral, se han tomado como límites del espectro visible los valores de 770 y 380 nm, recogiendo en la figura 6 las gráficas de la zona más oscura en los tres oculares.

Los cálculos numéricos se han realizado considerando tanto el iluminante A como el D65, quedando reflejados en la tabla 3 los de las coordenadas tricromáticas.

Las figuras 7 y 8 nos sirven para visualizar la influencia del cambio de iluminante en la apreciación del color de las muestras (x = Essilor; + = Medop; □ = Comput Irex).

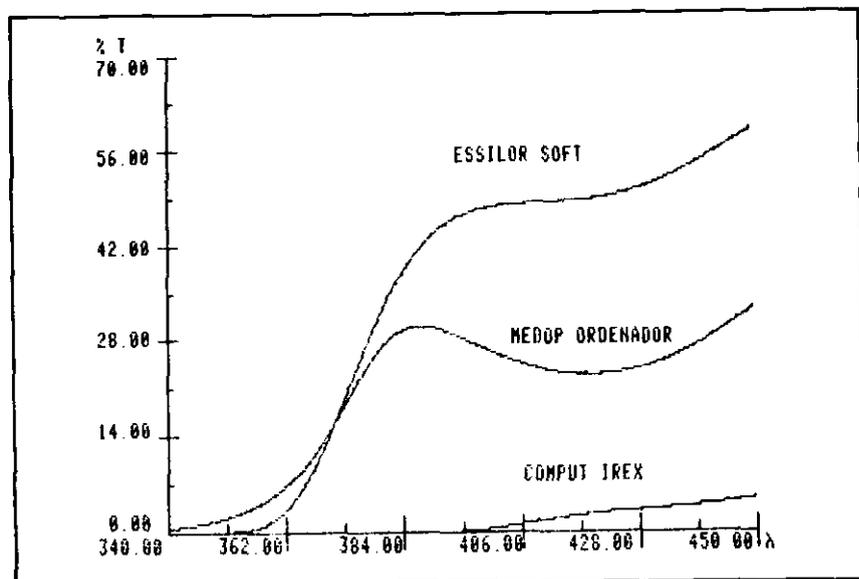


Figura 5. Banda UV y Azul

TABLA 1
TRANSMISION ESPECTRAL
SEGUN MT-1

OCULAR ZONA		% Transmisión en la banda espectral					
		Visib.	IRC	IRM	365-400	365	313
Bolle	Unica	45.07	7.43	15.76	0.12	0.01	0.01
Essilor	Super.	72.68	75.60	50.68	33.35	8.71	0.03
Medop	Super.	72.22	90.35	69.65	23.71	10.65	0.07
Essilor	Inter.	81.28	75.42	50.70	39.95	10.07	0.03
Medop	Inter.	77.62	90.47	69.64	32.23	12.88	0.11
Essilor	Infer.	89.52	75.43	50.92	57.53	13.15	0.02
Medop	Infer.	84.38	90.21	69.31	45.61	15.62	0.18

TABLA 2
TRANSMISION ESPECTRAL
según AS 1067/83

OCULAR ZONA		% Transmisión en la banda espectral			
		Visible	IR	UV erit.	UV cerc.
Bolle	Unica	36.40	12.84	0.00	0.08
Essilor	Super.	71.19	78.16	0.00	16.84
Medop	Super.	61.11	90.06	0.07	12.96
Essilor	Inter.	79.18	79.14	0.00	20.45
Medop	Inter.	68.34	91.24	0.09	17.04
Essilor	Infer.	94.76	79.89	0.00	28.93
Medop	Infer.	68.42	91.77	0.09	17.53

dad y una gran mejoría respecto al cansancio visual. Sobre el color en sí, y el ser o no degradado las opiniones no coincidieron.

CONCLUSIONES

La calidad óptica, el peso y la transmisión en las bandas IR y UV es aceptable para todas las gafas verificadas, siendo el ocular Comput Irex el que consigue la máxima eliminación de las radiaciones UV, violetas, azules e IR.

Para los deficitarios visuales es necesario que estén disponibles en monturas acoplables a las propias gafas correctoras (lo cual sólo parece ser ofrecido actualmente por la casa Bolle), pues no se suministran oculares con graduación óptica.

La elección de un tipo u otro de oculares debe ser tomada teniendo en cuenta no sólo el puesto de trabajo concreto, sino la opinión personal de operario. Fundamentalmente en este caso, por tratarse de una motivación psicológica muy beneficiosa para la adaptación ergonómica al trabajo con VTD's.

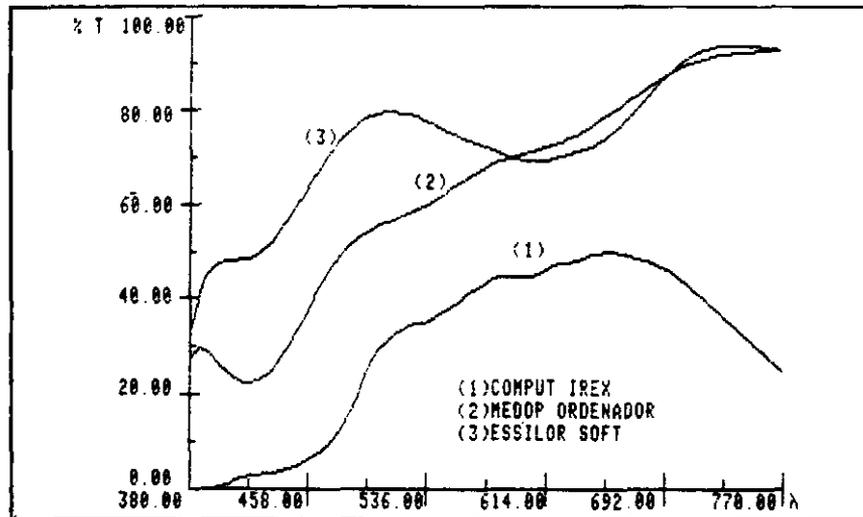


Figura 6. Barrido para medida de color

TABLA 3
COORDENADAS TRICROMATICAS

OCULAR	ZONA	Iluminante A		Iluminante D65	
		x	y	x	y
Bolle	Unica	0.5167	0.4451	0.4286	0.4659
Essilor	Super.	0.4474	0.4212	0.3176	0.3571
Essilor	Inter.	0.4490	0.4177	0.3181	0.3504
Essilor	Infer.	0.4487	0.4088	0.3144	0.3321
Medop	Super.	0.4867	0.4239	0.3663	0.3895
Medop	Inter.	0.4760	0.4204	0.3504	0.3731

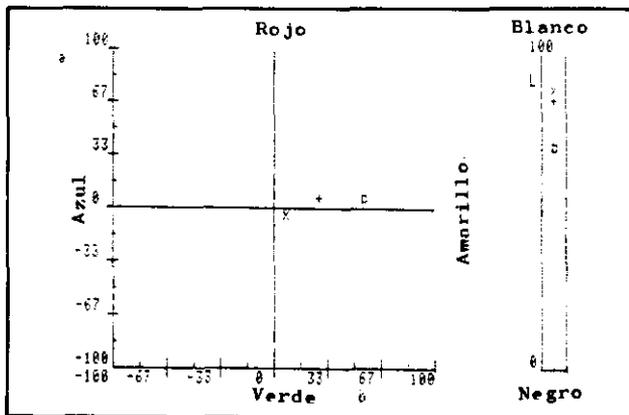


Figura 7. Color con iluminante A

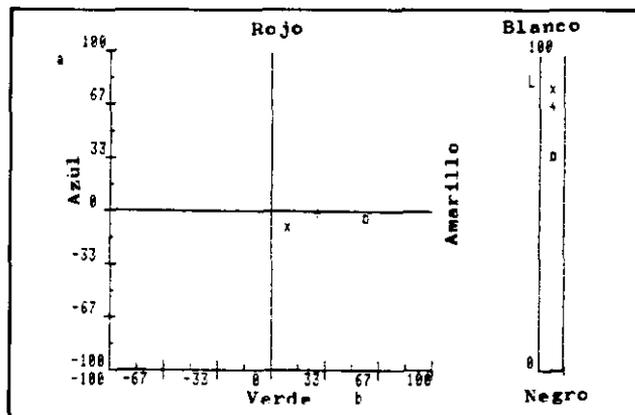


Figura 8. Color con iluminante D65

* * *

BIBLIOGRAFIA

BOLLE, Comput Irex: **La protección de la era electrónica.** (1985).
 C.I.E., **Vision and the VDU work station.** Publicación nº 60 de la Commission Internationale de l'Eclairage. (1984).
 GIL DEL RIO, E. **Problemas visuales de los usuarios de las pantallas de ordenadores.** Anales de la Sociedad Ergof-

talmológica Española, Tomo 11, 1. (1982).
 HELANDER, M. G. y RUPP, B. A. **An overview of standards and guidelines for visual display terminals.** Applied Ergonomics 15.3, 185-195. (1984).
 MEDOP, **Trabajo con videoterminals.** (1986).

SHAHNAVAZ, H. y HEDMAN, L. **Visual accommodation changes in VDU-operators related to environmental lighting and screen quality.** Ergonomics 17, 10, 1071-1082. (1984).
 U.G.T. **Guía Técnica para el Trabajo ante Pantallas de Datos.** Ed. Almarabu. Madrid. (1985).