

I+D+i DIRIGIDA A LA INDUSTRIA
DE LA AUTOMOCIÓN Y
MEDIOS DE TRANSPORTE



IMÁGENES DE PORTADA



revista de biomecánica



www.ibv.org/informacion/index.html

... EN INTERNET

sumario

I+D+i DIRIGIDA A LA INDUSTRIA DE LA AUTOMOCIÓN Y MEDIOS DE TRANSPORTE

3 **Introducción**

- Ámbito de la automoción
- Ámbito de los medios de transporte
- Líneas de actuación del IBV

5 **Actividades del IBV en el ámbito de la automoción y medios de transporte**

- Confort del pasajero
- Diseño de los componentes de interior
- Interfaces hombre máquina (HMI) y monitorización del usuario
- Ergonomía del puesto de conductor
- Ingeniería emocional y calidad percibida (PPQ)
- Ergonomía del trabajo
- Productos y servicios

19 **Mapa de clientes**

Autores:

José Solaz Sanahuja
Elisa Signes i Pérez
Helios de Rosario Martínez
Pedro Huertas Leyva
Begoña Mateo Martínez
Miguel López Torres
Clara Solves Camallonga
Alfonso Oltra Pastor
Rosa Porcar Seder
Jaime M. Prat Pastor
Carlos Soler Gracia
Pedro M. Vera Luna

Publicación periódica creada en 2004 por el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV)



Esta publicación pone a disposición de empresas, entidades y personas con fines análogos a los del IBV, los resultados de las líneas de trabajo que en él se desarrollan.

Coordina:

Irene Hoyos

Edita:

Instituto de Biomecánica
de Valencia
Universidad Politécnica
de Valencia
Edificio 9C
Camino de Vera s/n
E-46022 Valencia (ESPAÑA)
Teléfono: 96 387 91 60
Fax: 96 387 91 69
Internet: www.ibv.org

Información:

e-mail: ibv@ibv.upv.es

No puede reproducirse, almacenarse en un sistema de recuperación o transmitirse en forma alguna por medio de cualquier procedimiento sea éste mecánico, electrónico, de fotocopia, grabación o cualquier otro, sin el previo permiso escrito del editor.

Diseño: Instituto de Biomecánica de Valencia

Imprime: Martín Impresores, S.L.

Distribuye:

Instituto de Biomecánica de Valencia

Nº de ejemplares:

1000

Depósito legal:

V-2614-2007

El Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) es un centro tecnológico que tiene como misión el fomento y la práctica de la investigación científica, el desarrollo tecnológico, el asesoramiento técnico y la formación en Biomecánica.



C u i d a m o s t u c a l i d a d d e v i d a

INTRODUCCIÓN

LAS ACTIVIDADES DEL INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA (IBV) EN EL ÁMBITO DE LA AUTOMOCIÓN Y MEDIOS DE TRANSPORTE se remontan al año 2000. Dichas actividades responden a la necesidad tanto de los constructores como de las empresas proveedoras del sector (sobre todo los proveedores de primer nivel - TIER1). Las empresas de componentes deben asumir las funciones de diseño de producto así como de I+D que vienen dadas por los constructores (OEMs) o por los TIER1.

De este modo, se presenta como desafío para estas empresas ser capaces de absorber cada vez más I+D y poder resolver problemas cuya complejidad técnica va en aumento, al tiempo que requiere un mayor conocimiento de las necesidades, requerimientos y expectativas del usuario.

La base científica y tecnológica de la que parte esta actividad está basada en la amplia experiencia del IBV en el análisis del comportamiento del cuerpo humano, en el estudio de la interfase entre el sujeto y su entorno así como en las tecnologías y técnicas de estudio en biomecánica, actividades que forman parte de las líneas de I+D propias del centro.

Aunque comparten técnicas y problemas, el apoyo del IBV a las empresas relacionadas con el transporte de personas se ha especializado de forma diferenciada en el ámbito de la automoción, por un lado, y en el de los medios de transporte, por otro, entendiendo estos últimos como medios de transporte colectivo.

ÁMBITO DE LA AUTOMOCIÓN

Estas empresas, con el fin de cumplir con las expectativas del cliente final así como del propio constructor (cliente directo) deben explotar las oportunidades que les brindan las nuevas tecnologías y las metodologías de diseño orientado al usuario. En este sentido, conocer las necesidades y requerimientos estéticos y funcionales y disponer de técnicas y herramientas con una sólida base científica como las basadas en Ergonomía y Biomecánica, suponen una pieza clave en la resolución satisfactoria de problemas técnicos y de diseño.

Una manera de afrontar estos retos es conocer cuáles son las perspectivas que, desde la orientación al usuario, se prevé cubrir en los próximos años.

-- **Ergonomía y herramientas CAD/CAE:** Los tiempos de lanzamiento cada vez más cortos y la necesidad de reducir el número de prototipos hace que sea cada vez más importante disponer de herramientas que permitan, desde

la fase inicial, evaluar la adecuación al usuario de los componentes en desarrollo.



Las herramientas de análisis CAD permiten evaluar componentes desde fases muy tempranas del desarrollo.

- **Efecto de los nuevos materiales y soluciones conceptuales:** La necesidad de reducir peso, la reciclabilidad y las nuevas funcionalidades demandadas por el usuario implican cambios en los conceptos y en los materiales empleados para resolverlos. Esto significa que el conocimiento que se tenía en el sector sobre el confort conseguido por las antiguas configuraciones queda obsoleto, debiendo construirse nuevas bases de conocimiento.
- **"Human Machine Interfaces" (HMI):** El conductor debe permanecer atento a la carretera aunque continuamente recibe información que bien puede serle de utilidad o bien puede distraerle de su misión principal. En una era donde los avances tecnológicos se incorporan al automóvil de forma casi inmediata, es necesario diseñar de un modo correcto la interacción de dichos dispositivos con el usuario con el fin no sólo de mantener sino de mejorar la seguridad de los vehículos.

4 | Automoción y medios de transporte

- > -- **Orientación a colectivos específicos. Personas mayores:** El envejecimiento de la población ha generado un desfase, en muchos casos, entre los vehículos ofertados y las necesidades de los usuarios. Aparece, de este modo, un nicho de mercado de vehículos y componentes con un gran mercado potencial que debe ser cuidadosamente analizado para cumplir sus expectativas.



Los caracteres de los indicadores pueden resultar difíciles de ver para las personas mayores.

- **Diferenciar y defender la imagen de marca. Personalización:** El constructor necesita herramientas para conocer la voz del usuario y que su producto encaje en las necesidades y expectativas del mismo no sólo en cuanto a funcionalidad sino también a la respuesta emocional. A su vez, debe ser capaz de hacer llegar esas necesidades a los proveedores de componentes y estos deben comprenderlas y materializarlas de manera óptima, manteniendo los costes.

ÁMBITO DE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE

El transporte colectivo, a pesar de su importancia en cuanto a la reducción de la contaminación y a la mejora de las comunicaciones, presenta carencias en aspectos tanto funcionales (confort, accesibilidad) como emocionales (imagen del transporte, adecuación a las necesidades del usuario) que permitan promover su uso a través de la mejora de la satisfacción de los pasajeros. Las condiciones de trabajo en el puesto de conductor representan otro de los aspectos en los que el IBV aporta su dilatada experiencia en el campo de los riesgos laborales.

En los próximos años es previsible importantes desafíos de especial relevancia relacionados con las necesidades de los usuarios.

- **Nuevos conceptos de interior:** Un diseño de interior orientado al usuario a través de la introducción de materiales más ligeros, soluciones innovadoras, con mejor funcionalidad y más accesibles permitiría incrementar el espacio para el usuario sin sacrificar plazas ni el confort de los ocupantes.
- **Confort dinámico:** El incremento en la velocidad de los vehículos así como el mayor número de pasos subterráneos

provoca un incremento de las molestias debidas al ruido y vibraciones. Conocer el efecto que éstas tienen sobre el disconfort del usuario es clave para un transporte colectivo eficiente y bien acogido.

- **Accesibilidad y transporte público:** El transporte público es una solución con un gran potencial para las personas con discapacidad. A pesar de los avances realizados en este sentido, aún existen muchos componentes, zonas de acceso y vehículos que requieren una mejora significativa.
- **Orientación al viajero en el transporte público:** Las nuevas tecnologías poseen una elevada aplicabilidad en la orientación al viajero en el transporte público. Desde el IBV pueden generarse las bases para el diseño adecuado de la información, tanto en formato como en contenido, de modo que el usuario reciba la misma de un modo óptimo.
- **Necesidades de los maquinistas. Efecto de las nuevas tecnologías:** Los puestos de conductor están cambiando de manera que mientras la carga física de los mismos disminuye, existe un incremento de la carga mental. Un nuevo concepto del puesto de trabajo que tenga en cuenta las necesidades y capacidades del maquinista influirá positivamente en una reducción de las bajas laborales y en un incremento de la seguridad.

LÍNEAS DE ACTUACIÓN DEL IBV

El IBV ha orientado su actividad en Automoción y Medios de Transporte a empresas que tienen la necesidad de diferenciarse del resto de la competencia en el mercado desarrollando **productos y servicios** relacionados con:

- Confort del pasajero.
- Diseño de los componentes de interior.
- Ergonomía del puesto de conductor.
- Interfaces hombre máquina (HMI) y monitorización del usuario.
- Ingeniería emocional y calidad percibida (PPQ).
- Ergonomía del trabajo.
- Productos y servicios.

No obstante, dada la estructura de los sectores industriales implicados, la actividad no se centra sólo en el vehículo completo, sino que es aplicable a empresas que fabrican **materiales, componentes y conjuntos**, con la necesidad de incorporar o incidir en la investigación enfocada a mejorar la calidad de vida y la satisfacción del usuario. En cada empresa, el grado de aplicación de criterios ergonómicos es diferente, dependiendo de la complejidad de la interacción producto-usuario.

En este contexto, el IBV tiene como finalidad apoyar a las empresas en el desarrollo de proyectos de I+D bajo contrato, al tiempo que les ofrece servicios tecnológicos avanzados adecuados a las necesidades del sector: asesoramiento tecnológico, ensayos, formación, entre otros. En suma, realizando una transferencia efectiva de conocimientos en pro de la competitividad de las empresas. ●

ACTIVIDADES DEL IBV EN EL ÁMBITO DE LA AUTOMOCIÓN Y MEDIOS DE TRANSPORTE

COMO SE HA COMENTADO EN LA INTRODUCCIÓN, EL IBV HA ORIENTADO SU ACTIVIDAD EN EL ÁMBITO DE LA AUTOMOCIÓN y los medios de transporte a las empresas que tienen la necesidad de incorporar al usuario en el proceso de diseño. Con la finalidad de ajustarse a la demanda de mercado, la oferta del IBV se ha estructurado en función de productos con requerimientos diferenciados.

CONFORT DEL PASAJERO

La aparición de nuevos materiales y conceptos en el diseño de asientos, tanto de automóvil como de transportes públicos, con el fin de conseguir reducciones de peso o nuevas funcionalidades tiene efectos sobre el confort de los usuarios.

En el desarrollo de productos, ya sea de vehículos, asientos o componentes (espumas, textiles...) es necesario cuantificar cuál es el impacto de estas soluciones sobre el confort del pasajero. El IBV ofrece servicios de asesoramiento en el diseño desde las fases iniciales hasta la evaluación de prototipos o producto terminado:

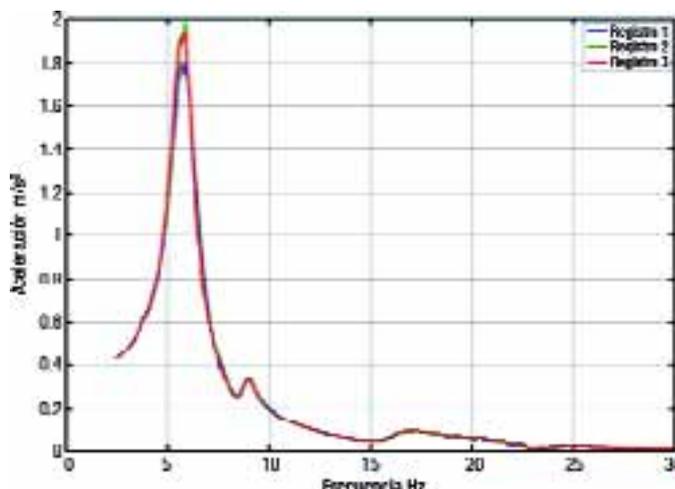
- Asesoramiento en el diseño de asientos desde la fase de concepto, evaluación en formato CAD, test de confort en prototipos y producto terminado.
- Determinación de las causas objetivas del disconfort mediante el uso de técnicas biomecánicas tales como el análisis de movimientos, el análisis postural, análisis de la actividad muscular, análisis de presiones o sensores de vibración.
- Cuantificación del efecto sobre el disconfort del usuario de las variaciones en materiales, formas o acabados, mandos y regulaciones de un asiento.
- Generación de recomendaciones de diseño de asientos a partir de la antropometría funcional de los usuarios, el tipo de uso y las limitaciones que requiera el tipo de asiento.
- Valoración del confort térmico en interiores y análisis del efecto de los materiales de asiento e interiores en las condiciones de temperatura y humedad a que está sometido el usuario.
- Análisis y evaluación del efecto de las vibraciones del vehículo en el cuerpo y generación de recomendaciones de diseño para aminorar el efecto de las mismas.
- Identificación de requisitos de diseño de colectivos específicos (por ejemplo, personas mayores o personas con discapacidad) y adaptación de los interiores a dichos criterios.

Análisis del efecto de las vibraciones del vehículo en el disconfort de conductores y pasajeros

Objetivo: Relacionar los parámetros de diseño de los asientos de pasajero con la sensación de disconfort a lo largo del tiempo en condiciones dinámicas.

El confort del conductor y los ocupantes de un automóvil o de cualquier medio de transporte se ve influido tanto por factores que afectan a la postura, a las condiciones de temperatura y humedad como por el movimiento al que es sometido el usuario del transporte.

El disconfort en condiciones dinámicas es un proceso complejo de estudiar y que afecta tanto a los materiales utilizados en la construcción de los asientos como a la geometría del mismo.



Ejemplo de Registro de la Función Respuesta en Frecuencia de un asiento con tres usuarios distintos.



Sensor de vibraciones sobre asiento de automóvil.

6 Automoción y medios de transporte



Sensores de vibraciones.

Desde el IBV se identifican los factores con influencia en el discomfort dinámico para asientos de automóvil, ferrocarriles de grandes líneas y autocares de largo recorrido, lo que permite acometer:

- Experimentación con sujetos en laboratorio de vibraciones.
- Análisis comparativo de las soluciones constructivas existentes en automoción.

- Determinación de los umbrales de amplitud de la vibración en función del rango de frecuencias a partir de los cuales los sujetos comienzan a sentir discomfort.
- Generación de modelos de discomfort que relacionen las características del asiento, del usuario y el discomfort percibido.

Asesoramiento en el desarrollo de una butaca de tren hotel según recomendaciones de Antropometría Funcional (FAINSA)

Objetivo: Conseguir un elevado grado de adecuación de un asiento para medios de transporte a una amplia variedad de usuarios y usos por medio del ajuste fino iterativo de las variables de diseño geométricas y no geométricas.

En este proyecto se partía de un producto en avanzado estado de desarrollo en el que había un elevado número de restricciones funcionales y de fabricación. Se realizaron actuaciones en dos niveles:

- En primer lugar, una evaluación de prototipo físico desde el punto de vista de las dimensiones antropométricas. Además de utilizar los datos antropométricos de población española más actuales, se realizó la interpretación de los

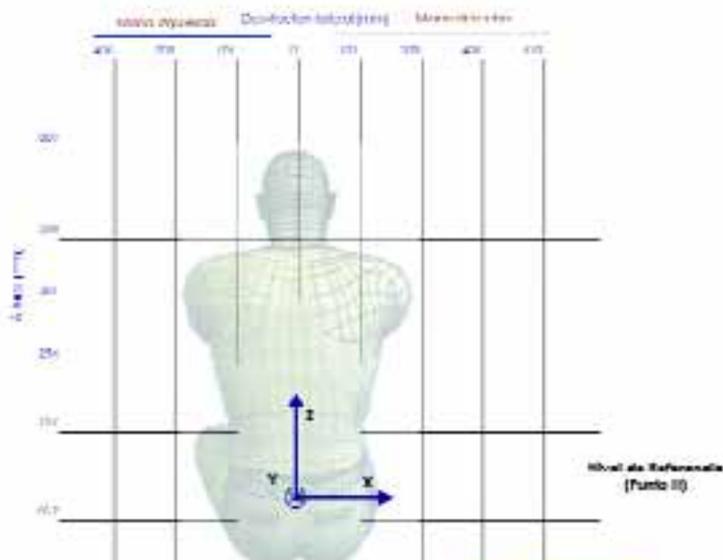


Simulación postural en butaca.

ALCANCES

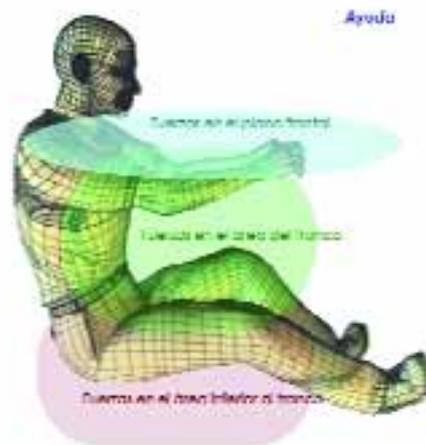
FUERZAS

• **Definición:** Alcances máximos (mm) en la dirección horizontal del eje H (eje Y positivo) para la posición habitual de sentado en automóvil. Los valores mostrados en correspondencia con el peso (kg) de mujeres. Para cada posición (altura en Z y desplazamiento horizontal en X) se muestra el alcance desde H (eje Y positivo) para dos casos: **sin cinturón de seguridad** y **con cinturón de seguridad**.



• Referencia: Woodson, 1981
 • Mas edad: <http://www.informaciontecnologia.com/antropometria/>

• **Definición:** Fuerzas (N) en posición de sentado para las zona frontal inferior. La dirección y magnitud de las fuerzas se especifican en cada caso de

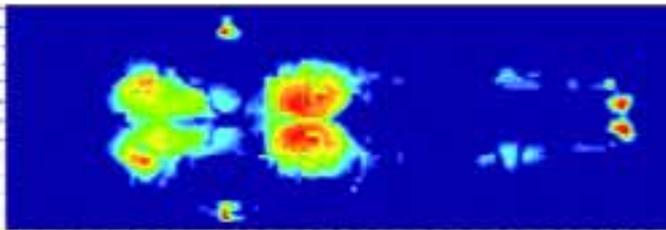


Alcances y fuerzas en el rango de manejo del usuario en posición sentada.

mismos en términos de las posturas del usuario previstas, que eran diversas y alguna de ellas netamente distinta de la estándar (sentado y con las articulaciones a 90°).

Como resultado de la evaluación se propusieron mejoras para optimizar la respuesta subjetiva del usuario, que fueron implementadas en una segunda generación de prototipos.

- En segundo lugar, se realizó un proceso iterativo *in situ* de evaluación fina de la adecuación funcional basada en juicio de expertos ergónomos seguida de modificaciones inmediatas hasta conseguir un ajuste fino del producto a las especificaciones ergonómicas.



Presiones en el asiento en posición tumbado.

La integración de la información del usuario en el proceso de diseño de elementos de interior de automóvil no es un proceso sencillo. Los elementos que forman los interiores son desarrollados por distintas empresas de forma paralela, debiendo, en cada caso, seguir una estética común marcada por el constructor.

Las bases empleadas para determinar la posición y características de los elementos de interior dejan de ser válidas cuando se trata de incorporar un elemento nuevo o con grados de libertad no considerados hasta el momento.

La construcción de modelos CAD y la evaluación virtual es una posible aproximación al problema pero, en este caso, hay un trabajo considerable por parte de los técnicos, y la cuestión de base sigue sin estar resuelta, es decir, cómo y dónde deben estar colocados los componentes. La evaluación CAD es adecuada cuando el concepto de interior está afianzado sobre unas bases ergonómicas y cognitivas seguras por lo que, en conclusión, es necesario dotar a los diseñadores, desde la fase de concepto, de herramientas que les permitan concebir sistemas de interior orientados al usuario pero conservando la libertad de generar nuevas ideas.

DISEÑO DE LOS COMPONENTES DE INTERIOR

La aparición de nuevos conceptos de interiores en los que han cambiado las posiciones de los elementos y la forma de actuar sobre los mismos genera una serie de lagunas en el conocimiento establecido en el diseño de interiores tanto a nivel funcional como a nivel cognitivo.

El IBV ofrece a las empresas del sector los medios necesarios para abordar proyectos de desarrollo de componentes de interior basados en criterios ergonómicos:

- Asesoramiento en el desarrollo de nuevos conceptos de interior basados en criterios biomecánicos (formas de palancas, dimensiones de pulsadores) y en necesidades del usuario.
- Generación de criterios de diseño de interiores de uso general a partir de antropometría y requisitos de usuario que puedan ser utilizados por diseñadores desde las fases iniciales del desarrollo.
- Caracterización de la población objetivo del vehículo (dimensiones antropométricas, capacidades sensoriales, cognitivas).
- Evaluación de la adecuación ergonómica de soluciones de interiores en CAD, prototipos físicos y virtuales, o en vehículo y generación de recomendaciones de diseño.
- Estudio de la accesibilidad a vehículos, eliminación de barreras e incorporación del diseño para todos en interiores.

Ergonomía aplicada al desarrollo de frenos de mano (FICOSA)

Objetivo: Elaborar una herramienta de consulta sencilla que permita a diseñadores conocer los factores que debe tener en cuenta para garantizar la adaptación ergonómica de un nuevo concepto de *parking brake*, sobre la base del estado actual de conocimiento en ergonomía y diseño de elementos de interior de automóvil.



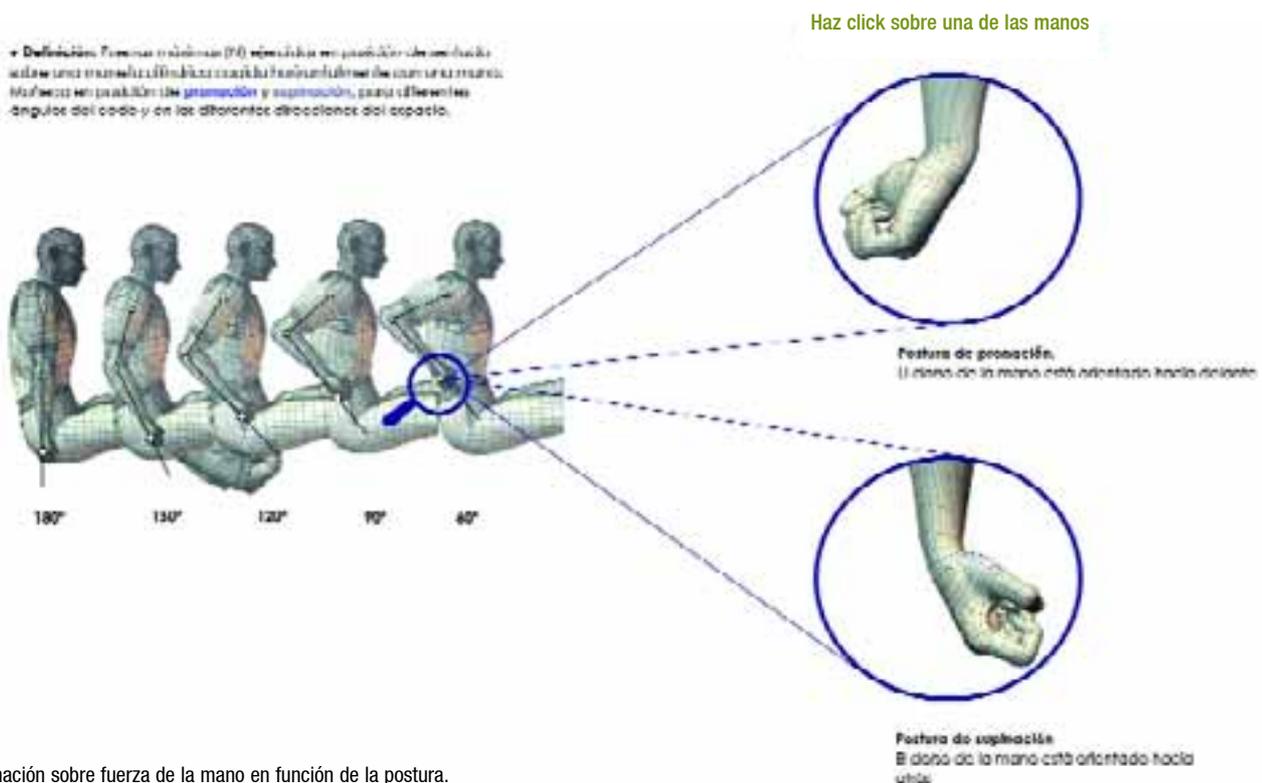
Hand brake del modelo SENZAI (Fuente: FICOSA).



FAMILIAS de clasificación de la información.



FUERZAS EN EL ÁREA INFERIOR AL TRONCO



Información sobre fuerza de la mano en función de la postura.

Este conocimiento, que generalmente se encuentra disperso en multitud de fuentes científicas de distinta naturaleza, se ha recopilado para el diseño de frenos de mano, y la información resultante se ha clasificado y expuesto de acuerdo a distintas categorías (percepción, manipulación, alcances y fuerzas), interrelacionando los distintos niveles de datos, y dándoles una estructura fácilmente interpretable en forma de criterios de diseño.

El resultado del proyecto permite a la empresa tomar decisiones de diseño desde las fases de concepto reduciendo las incertidumbres en el diseño formal y garantizando el menor número de cambios importantes desde la fase inicial de desarrollo hasta el producto final.

INTERFACES HOMBRE MÁQUINA (HMI) Y MONITORIZACIÓN DEL USUARIO

En los últimos años, la incorporación de la tecnología a los puestos de conducción se está realizando de forma creciente.

Los sistemas de ayuda a la conducción proveen más información al conductor y un mayor número de funciones. Sin embargo, esto puede resultar contraproducente debido al exceso de carga mental o a la distracción que puede provocar.

Los sistemas de monitorización mejoran la seguridad activa del vehículo reconociendo la posición o el estado del conductor para activar sistemas de aviso o de seguridad. En este caso,

es necesario que el sistema posea información fiable para no responder de forma inadecuada.

La oferta del IBV en este campo está orientada al asesoramiento en el desarrollo de productos en los que el usuario deba interactuar durante la conducción así como a la incorporación de sistemas electrónicos de monitorización del usuario que permitan controlar la fatiga, la distracción o la posición correcta al volante:

- Determinación de los requisitos de diseño de los usuarios de los sistemas de ayuda a la conducción.
- Evaluación del nivel de percepción y comprensión de mandos e indicadores.
- Evaluación de la carga cognitiva de los interfaces hombre máquina y generación de recomendaciones de rediseño.
- Asesoramiento en el desarrollo de sistemas de monitorización del estado del usuario (salud, fatiga) basados en técnicas biomecánicas (fotogrametría, sensores de presión en asiento, registro de los movimientos oculares, medida del ritmo cardíaco...).

Criterios de desarrollo de sistemas IVIS para el incremento de la seguridad en la conducción a través de la aplicación de Técnicas de Ingeniería Cognitiva

Objetivo: Generar criterios para el diseño de IVIS (*In-Vehicle Information Systems*, sistemas de información dentro del vehículo), con los cuales las tareas secundarias de manipulación y atención a los dispositivos de información

tengan un impacto mínimo sobre la tarea primaria de conducción, y por lo tanto minimicen los efectos negativos sobre la seguridad vial.

Para la consecución de este objetivo se ha realizado:

- Un estudio de Ergonomía e Ingeniería Cognitiva en el diseño y uso de Interfaces Hombre-Máquina en automóvil.
- La puesta a punto de un entorno de interior configurable con un visual y una electrónica a la que pueden integrarse distintos tipos de IVIS.
- El desarrollo de un concepto de IVIS basado en criterios ergonómicos y de mínima interferencia en la conducción.

El sistema permite el estudio de diferentes tipos de controles (panel de instrumentación y cuadro de mandos: forma, color, localización) y su influencia en la tarea de conducción (pérdida de atención), así como el análisis de la estrategia visual.



Entorno virtual en el que se desenvuelve el usuario durante la prueba.

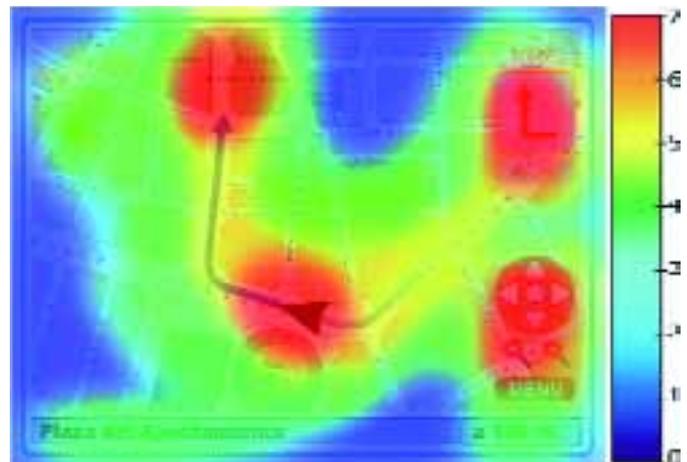


Aspecto del simulador.

Adicionalmente, proporciona gran cantidad de parámetros (tiempos de reacción de frenado, cruces de la línea continua, accidentes, excesos de velocidad, frecuencia de giro del



Sistema Eye-tracker empleado para determinar la orientación del punto de mirada mientras se utiliza un sistema HMI.



Evaluación de los puntos de fijación de la mirada en un navegador.

10 | Automoción y medios de transporte

> volante), que permiten evaluar la pérdida de atención que se produce cuando se manipulan los diferentes controles y determinar la estrategia de colocación más adecuada. Los datos del sistema se pueden compartir en tiempo real e interactuar con otros sistemas (pantallas táctiles, etc.).

Monitorización del movimiento a través de fotogrametría

Objetivo: Aplicar técnicas de fotogrametría para medir posturas, gestos y movimientos de partes del cuerpo con la finalidad de estudiar:

- La entrada y salida de puestos de conductor y pasajero.
- La fiabilidad y acceso a tecnologías embarcadas de sensorización y reconocimiento que asistan al conductor.
- Sistemas inteligentes que detecten las características de los ocupantes en cada momento y se adapten a ellas.

La fotogrametría es una técnica de mínima interferencia con el movimiento (no requiere de cableado) y con una gran



Fotogrametría aplicada al análisis de los movimientos de entrada y salida de un automóvil.

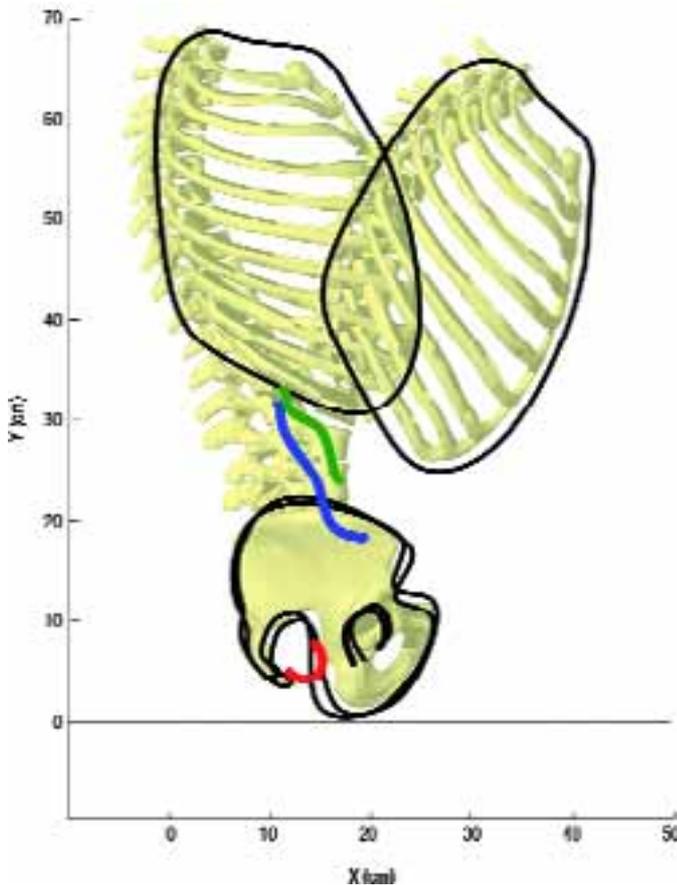


Movimiento de entrada/salida en automóvil.

Ejemplo de registro de entrada/salida en el asiento de segunda fila.

precisión para medir posiciones y movimientos. Se basa en el seguimiento de determinados marcadores mediante grabación estereoscópica en video. De este modo se puede analizar con el máximo detalle estrategias y patrones de movimiento durante la conducción, el uso de interfaces, etc.

La aplicación de esta técnica permitió generar criterios de diseño de partes del automóvil con las que interactúa el usuario (asientos, interfaces, etc.), a fin de adecuarlas a las estrategias de movimiento de los usuarios.



Ejes articulares en el movimiento de flexión del tronco sentado.

ERGONOMÍA DEL PUESTO DE CONDUCTOR

El puesto de conductor supone mantener una postura forzada durante un tiempo prolongado, con una alta carga mental en muchas ocasiones. En esta situación, una postura que implique un nivel de disconfort elevado prolongado durante el tiempo puede provocar dolor, sobre todo en la zona lumbar, brazos y piernas. El diseño adecuado del puesto de conductor posee aspectos en común con el confort de pasajero y con los interfaces hombre-máquina, pero requiere además un conocimiento profundo de los factores humanos y del diseño de puestos de trabajo.

Los conocimientos y experiencia del IBV en ergonomía y diseño de sistemas industriales y entornos de trabajo permiten transferir a las empresas del sector criterios ergonómicos de diseño del puesto de conductor de automóvil y de cabinas de maquinista de tren, bajo un planteamiento orientado al usuario. De este modo el IBV ofrece las siguientes soluciones:

- Análisis de las necesidades de los conductores y posterior asesoramiento en el diseño de puestos de conductor.
- Determinación de las causas objetivas del disconfort y pautas de rediseño del puesto de conductor o de cualquiera de sus componentes (asiento, pedales, volante...), para alcanzar un nivel de confort satisfactorio.

- Personalización y adaptación de los puestos de conductor al tipo de usuario al que va dirigido.
- Reducción de la carga física del puesto de conductor mejorando la distribución y diseño de mandos y pantallas indicadoras.
- Reducción de la carga cognitiva del conductor y mejora de la seguridad a través del análisis de las exigencias del puesto y de la información transmitida al conductor.
- Disminución del estrés mecánico, acústico y térmico.

Diseño ergonómico de cabinas de maquinista de tren

Objetivo: Este proyecto tiene como objetivo principal transferir e integrar criterios ergonómicos de diseño de sistemas industriales al diseño de cabinas de maquinista de tren.

El diseño de las cabinas de maquinista de tren presenta importantes requisitos ergonómicos asociados a la interacción de un operador con su entorno de trabajo en un sistema hombre-máquina complejo. Algunos de estos requisitos son los siguientes:

- El operador debe atender requisitos de funcionamiento de la máquina (tren) asociados al uso de diferentes dispositivos de control (mandos e indicadores). El diseño, configuración y distribución adecuada de dichos sistemas es un elemento clave para garantizar un uso eficiente, seguro y confortable para el operador.
- Los requerimientos de visibilidad del operador son también un elemento esencial en el diseño de la cabina y afectan a las dimensiones y distribución de equipos, mobiliario, ventana frontal, etc. Existen, al menos, tres zonas de visualización: el panel de mandos, la zona de señalización y el horizonte, de las cuales recibe distintas señales que el operario debe procesar, interpretar y posteriormente responder con una acción y que son objeto de estudio por su relación con el comportamiento del conductor.
- Las condiciones de iluminación del entorno de trabajo, el estrés térmico y acústico y la carga psicológica que conlleva la responsabilidad de manejar este tipo de maquinaria han de ser cuidadosamente controlados.



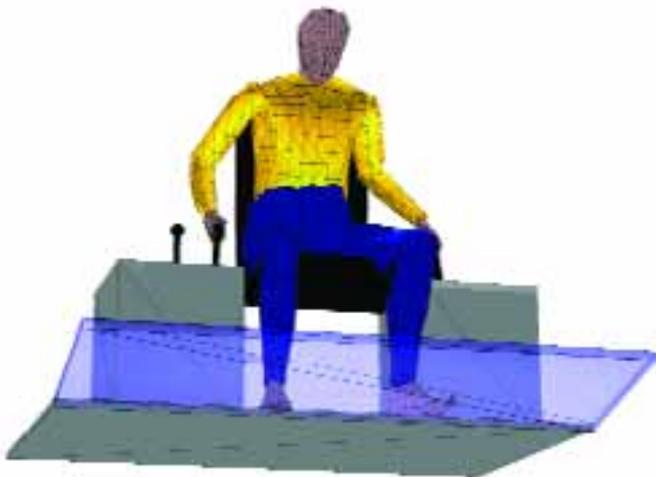
Sistema Ergo/IBV de evaluación de riesgos.

12 | Automoción y medios de transporte

- > El proyecto permite a la empresa, a partir de los criterios generados, abordar el diseño de puestos de maquinista de tren con criterios ergonómicos, desde la fase concepto, con la consiguiente reducción de tiempos y costes.



Filmación empleada para evaluar la carga de puestos de cabina.

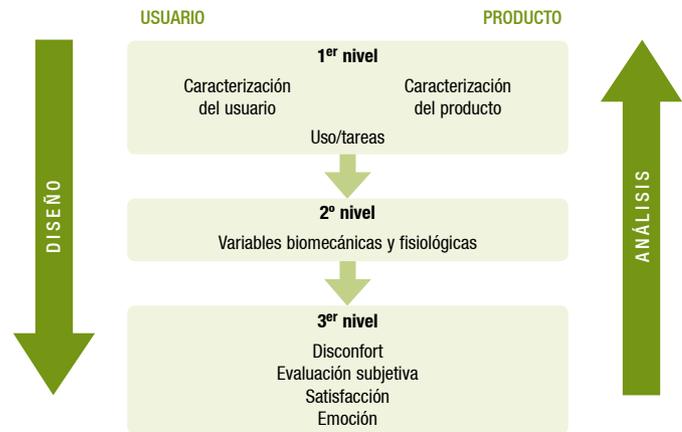


Rediseño de un puesto de cabina a partir del análisis de posturas y esfuerzos.

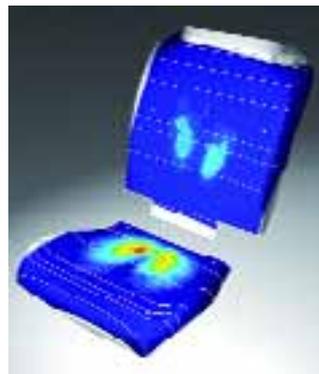
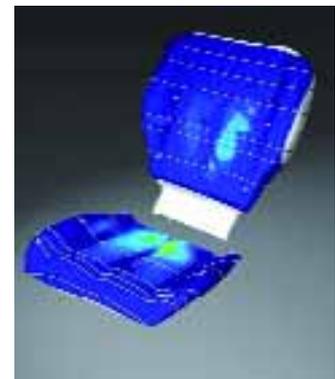
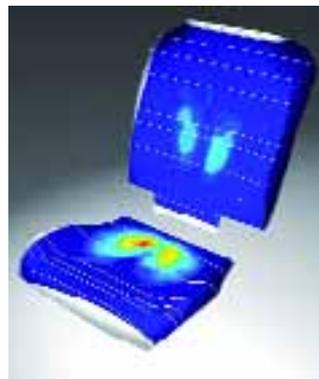
Generación de reglas de diseño de asientos de conductor basadas en la respuesta biomecánica y estudio de su efecto en el discomfort

Objetivo: Aplicar metodologías orientadas al usuario para la generación de criterios de diseño en el desarrollo de asientos de automóvil.

El confort en asientos de automóvil es un problema que depende de múltiples factores, lo que lo convierte en especialmente complejo. Muchas de las sofisticadas técnicas de medición de variables biomecánicas que existen en la actualidad se encuentran subexplotadas si no se enmarcan en una correcta aproximación metodológica.



Metodología de tres niveles para el estudio de la interacción entre el usuario y el asiento.



Mapas de presión obtenidos con diferentes diseños de asiento.

En este trabajo, presentado en el Congreso de SAE 2005, cada una de las herramientas fue ubicada en esquema conceptual causa-efecto en el proceso de análisis de los asientos desde el punto de vista de la ergonomía.

Como aplicación práctica, se evaluó una muestra de diferentes modelos de asiento de conductor mediante técnicas de laboratorio y se realizó una simulación de conducción de largo recorrido. A partir de los diseños actuales de asientos de conductor, se determinó cuál era el origen, de acuerdo a variables biomecánicas, que hacía que los usuarios prefirieran unos modelos con respecto a otros.

Este enfoque permitió establecer una serie de ecuaciones básicas que relacionaban el disconfort a largo plazo con variables biomecánicas y fisiológicas. Mediante un diseño experimental y un tratamiento estadístico adecuados fue posible generar criterios de mejora del diseño de los asientos desde un punto de vista ergonómico, considerando las características del asiento y los posibles factores influyentes.



Configuración del laboratorio.

INGENIERÍA EMOCIONAL Y CALIDAD PERCIBIDA (PPQ)

La ingeniería emocional es un área de conocimiento emergente que abre nuevas vías para la innovación a través de la introducción en el proceso de diseño de las necesidades subjetivas y emocionales de los usuarios.

Los servicios que ofrece el IBV en esta línea están orientados a las empresas que desarrollan productos con un alto grado de madurez técnica en los que es necesario profundizar en aspectos emocionales.

La ingeniería emocional permite incorporar los atributos emocionales del usuario final en el proceso de diseño de productos, de manera consciente y ordenada:

- Comprensión del contenido emocional de cada tipo de producto, para definir una estrategia de diseño adecuada.
- Análisis de la imagen emocional percibida por los usuarios de una determinada marca respecto al resto de productos en el mercado.
- Ayuda a la toma de decisiones en la selección de las alternativas de diseño conociendo cuáles cumplen los

atributos que se desea transmitir a los usuarios (Conjoint Analysis).

- Maximización de la correspondencia entre la Calidad Percibida (PPQ) por el usuario y los requisitos que se demandan a los componentes en el proceso de diseño.
- Generación de recomendaciones de diseño para productos a través de la Ingeniería Kansei.
- Inclusión en la valoración emocional de otros sentidos (tacto, olfato) que suelen quedar fuera en la evaluación de productos, pese a su enorme potencial de diferenciación.

Análisis de la percepción del espacio interior del transporte público en el ámbito europeo y su influencia en el confort

Objetivo: Identificación de las características determinantes en la percepción Kansei de los interiores de los transportes públicos por parte de los usuarios.

El confort no sólo está basado en la ergonomía de los productos o entornos con los que interaccionamos sino que una gran parte de nuestro bienestar depende de la imagen que percibimos de ellos.

Mediante la aplicación de la Semántica de Productos en tres países (Francia, España y Alemania), se han obtenido los conceptos semánticos que manejan los usuarios para describir la percepción provocada por los diferentes espacios interiores de los medios públicos de transporte y se han identificado los factores clave en la percepción para cada uno de los países.

Los resultados han permitido obtener el mapa perceptual en cada uno de estos países así como la extracción de un núcleo común de conceptos comunes a todos ellos. Estos resultados permiten a las empresas del sector controlar los aspectos que satisfacen en mayor medida las expectativas de los usuarios.



Sistema de ingeniería Kansei.



Sesiones de evaluación.

14 | Automoción y medios de transporte

> A partir de esta información, la empresa es capaz de diseñar entornos adecuados a las expectativas de cada tipo de usuario dependiendo del país al que pertenece mejorando la aceptación del medio de transporte y apoyando la imagen de marca.

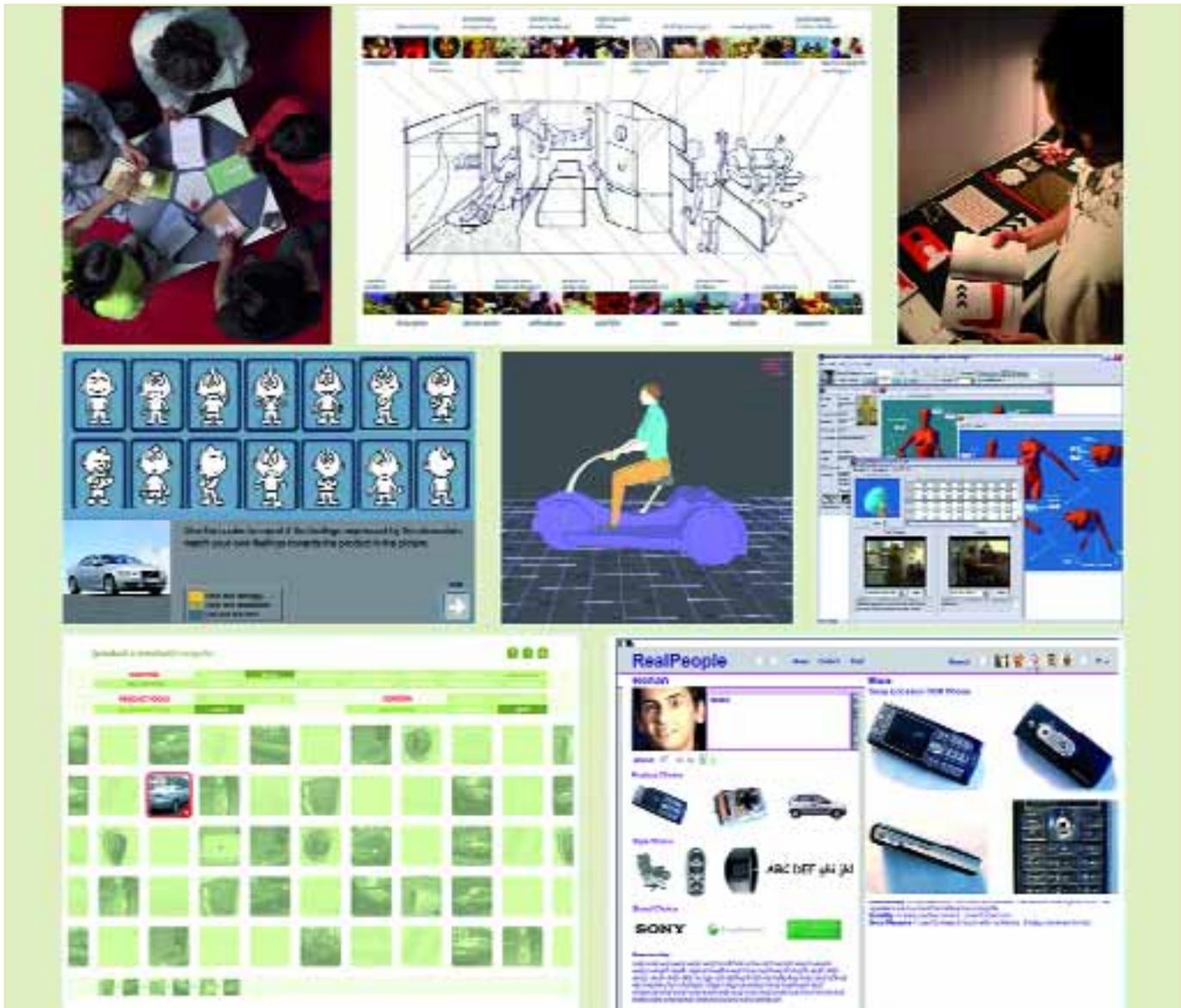
ENGAGE, Designing for Emotion

Objetivo: Creación y consolidación de una comunidad de conocimiento en diseño emocional, liderada por el IBV, para potenciar la aplicación del diseño emocional como motor de innovación en las empresas europeas.

La participación en el proyecto ENGAGE de empresas líderes en sus mercados (Volvo, Electrolux, Philips, Procter & Gamble), a su vez pioneras en la aplicación del Diseño Orientado al Usuario, demuestra la necesidad de considerar el Diseño Emocional como un requisito clave en el desarrollo de



Centros de investigación participantes en el proyecto y empresas implicadas (Volvo, Electrolux, Philips, Procter & Gamble, Calzados Hergar, Permasa, STFI-Packforsk).



Ejemplos de herramientas de captación de las necesidades emocionales de los usuarios, identificación de elementos de diseño relevantes, análisis y visualización de resultados, recopiladas en el desarrollo del proyecto.

nuevos productos y servicios con garantías de éxito en sus respectivos mercados.

El proyecto ENGAGE ha contado con 21 socios, desde centros de investigación y desarrollo a empresas de diferentes sectores industriales, liderados por el IBV. Esta variedad en la composición del consorcio responde a la necesidad de generar metodologías de aplicación de la Ingeniería Emocional, que tengan en cuenta tanto los últimos avances a nivel científico-técnico aportados por los centros de investigación y las iniciativas desarrolladas en cada una de las empresas involucradas, como los diferentes contextos concretos de aplicación, de forma que el conjunto de metodologías y herramientas se demuestren realmente útiles y eficientes.

El proyecto ENGAGE ha permitido alcanzar, entre otros, los siguientes resultados:

- Recopilar el conocimiento existente y crear una comunidad de conocimiento en Ingeniería Emocional.
- Promover la inclusión de los aspectos emocionales en el proceso de diseño.
- Clasificar las diferentes metodologías existentes, identificando su aplicación industrial más relevante, y destacando las mejores prácticas.
- Identificar lagunas en las metodologías y herramientas actuales para promover investigaciones futuras en esta área.



Casos de éxito del desarrollo de productos con consideración de aspectos emocionales.

Calidad Percibida aplicada al diseño de paneles puerta (FAURECIA)

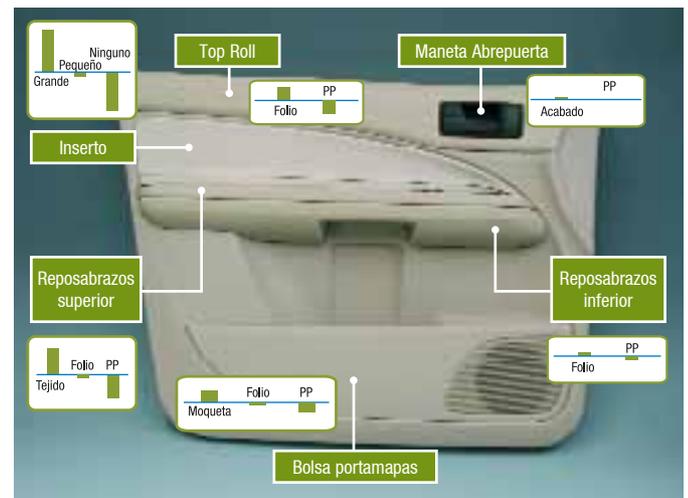
Objetivo: Los objetivos de este estudio fueron:

- Cuantificar la influencia que cada elemento de diseño del panel puerta tiene sobre los usuarios cuando estos lo evalúan y establecen su nivel de gama percibido.
- Valorar la contribución de cada material y acabado al aumento o disminución del nivel de gama.
- Determinar qué combinaciones de materiales y acabados son percibidos como gama alta, media o baja.

El desarrollo de productos adaptados a las características y preferencias de los usuarios finales se ha convertido en una

necesidad innegable en la actualidad del sector de la automoción. Este objetivo, tan importante desde el punto de vista del consumidor, supone un reto considerable para aquellas empresas implicadas en el desarrollo de productos, no sólo porque supone identificar cuáles son los requerimientos y preferencias de los usuarios, sino porque también exige cuantificar estos requerimientos y generar reglas prácticas y de sencilla aplicación.

En el caso de FAURECIA Interior Systems, se decidió afrontar esta problemática durante el desarrollo del panel de puerta del Ford C-MAX. La empresa contaba con amplios conocimientos cualitativos del mercado y del público objetivo, pero carecía de información cuantitativa que asistiese en la toma de decisiones durante el diseño del producto. En concreto, se deseaba conocer en mayor profundidad la percepción de las gamas de acabados por parte de los usuarios finales.



Elementos de diseño del panel del Ford Focus C-MAX considerados en el experimento.



Realización de la prueba. Comparación de acabados.



Presentación del proyecto a los premios STA 2005.

ERGONOMÍA DEL TRABAJO

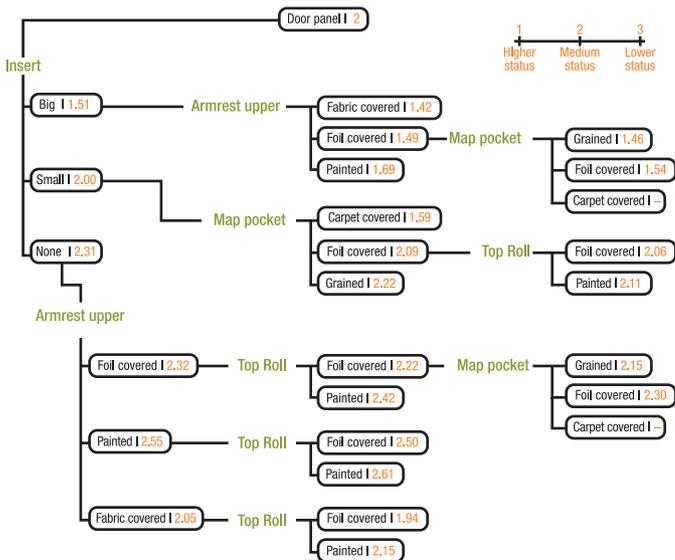
De forma muy general, podríamos definir la Ergonomía como “el campo de conocimientos multidisciplinar que estudia las características, necesidades, capacidades y habilidades de los seres humanos, analizando aquellos aspectos que afectan al diseño de productos o de procesos de producción”. En todas las aplicaciones su objetivo es común: se trata de adaptar los productos, las tareas, las herramientas, los espacios y el entorno en general a la capacidad y necesidades de las personas, de manera que mejore la eficiencia, seguridad y bienestar de los consumidores, usuarios o trabajadores.

El planteamiento ergonómico consiste en diseñar los productos y los trabajos de manera que sean éstos los que se adapten a las personas y no al revés. El argumento que utiliza la Ergonomía se basa en un razonamiento muy simple: las personas son más importantes que los objetos o que los procesos productivos; por tanto, en aquellos casos en los que se plantee cualquier tipo de conflicto de intereses entre personas y cosas, deben prevalecer los de las personas. En definitiva, el problema del diseño de productos o la organización de tareas debe enfocarse a partir del conocimiento de cuáles son las reacciones, capacidades y habilidades de los usuarios y trabajadores, y concebir los elementos que éstos utilizan teniendo en cuenta dichas características.

Análisis ergonómico de puestos de trabajo en una empresa auxiliar del sector de automoción (ESTAMPACIONES METÁLICAS VIZCAYA, S.A.)

Objetivo: Evaluación de los niveles de riesgo asociados a la carga física de las tareas en cuatro puestos de trabajo de una empresa de automoción.

Dentro de las actividades de asesoramiento en ergonomía del puesto de trabajo se realizó un análisis de cuatro puestos de trabajo de la empresa. En estos análisis se evaluaron los riesgos asociados a la carga física de las tareas, se determinaron los factores que influyen en estos riesgos y se propusieron mejoras de los puestos o de las tareas desde el punto de vista ergonómico.



Árbol de decisión de paneles puerta.



Roscadora A03



OP. 50



Retrabaja S03



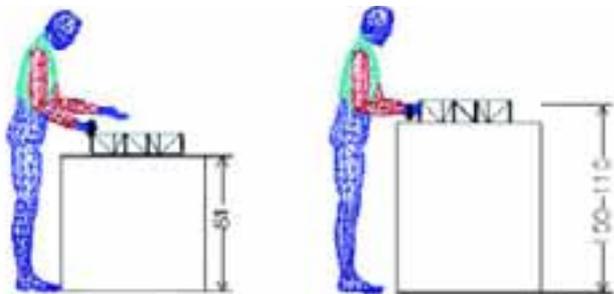
Roscadora S03

Imágenes de los puestos de trabajo.

Las tareas analizadas correspondían a dos líneas de producción de la empresa. Cada una de las líneas tenía varios puestos de trabajo de los que el servicio médico de la empresa seleccionó los que, "a priori", podían tener un riesgo más elevado. Las tareas realizadas consistían básicamente en la manipulación manual de piezas metálicas (alimentación de maquinaria y recogida de piezas), inspección visual de las piezas acabadas y repaso de las mismas mediante herramientas manuales (punzones, martillos, soldadora, lijadora, etc.).

Todas estas tareas tenían componentes elevados de manipulación manual de cargas y de repetitividad. Los ciclos de trabajo normalmente eran cortos (inferiores a 2 minutos). Los trabajadores realizaban rotaciones entre los distintos puestos de la línea (excepto en uno de los puestos analizados) aproximadamente cada dos horas.

Una vez evaluados los niveles de riesgos de cada tarea, se identificaron las causas principales que los provocaban (alturas incorrectas, peso excesivo, movimientos repetitivos, herramientas mal diseñadas, aspectos organizativos, etc.). A partir de estos datos se propusieron una serie de propuestas de rediseño de los puestos de trabajo. Estas propuestas se simularon mediante un programa informático de modelización volviéndose a aplicar el método Ergo/IBV® con el fin de comprobar si la introducción de las modificaciones reducía los niveles de riesgo hasta límites aceptables.



Rediseño del puesto de trabajo.

PRODUCTOS Y SERVICIOS

La oferta del IBV a las empresas del ámbito de la automoción y los medios de transporte se completa con otras acciones encaminadas a mejorar su competitividad:

- **Ensayos y certificación:** Desde el IBV se desarrollan ensayos para la caracterización de materiales y componentes que afecten a los aspectos de ergonomía y confort de los productos.
- **Desarrollo orientado al usuario:** Esta actividad incluye la recopilación y tratamiento de información del usuario con el fin de generar requisitos de usuarios, criterios de diseño y transformar éstos en prototipos CAD o funcionales.
- **Valoración biomecánica:** Desarrollo de sistemas que permitan determinar el estado de salud, fatiga, daño del usuario, a través del análisis objetivo de sus capacidades.
- **Formación:** El IBV ofrece servicios de formación presencial o a distancia, en función de las necesidades de los clientes.

- **Aplicaciones biomecánicas:** El IBV desarrolla técnicas instrumentales específicas para medir parámetros del comportamiento del usuario en el interior de un vehículo.
- **Aplicaciones TIC:** El desarrollo de aplicaciones en red que faciliten la transferencia de conocimiento a las empresas del sector y mejoren su capacidad de desarrollar productos orientados al usuario.
- **Empresas de base tecnológica:** El IBV ofrece asesoramiento para la generación de nuevas empresas que introduzcan en el mercado ideas innovadoras para las que no existan proveedores.

Formación a medida: Técnicas de diseño orientado al usuario

Objetivo: Dotar a los técnicos de conocimientos sobre metodologías de evaluación del confort y la satisfacción de productos orientados a los usuarios, a través de la ergonomía, los factores humanos y medidas biomecánicas.



Sesión formativa.

Los asuntos tratados comprendieron:

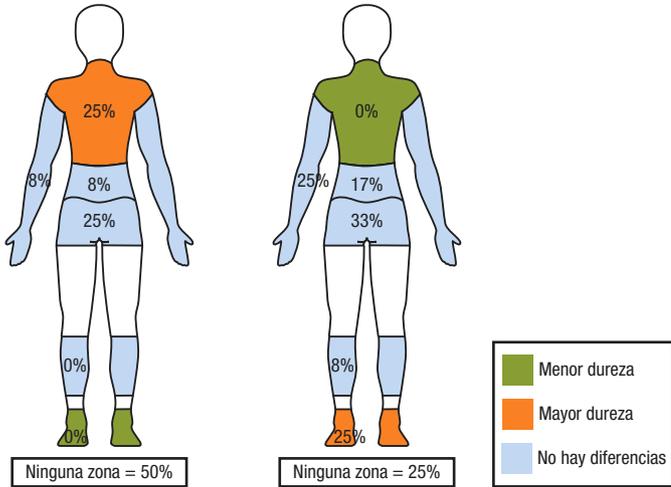
- El análisis estratégico de las funcionalidades que espera el usuario y las que, sin ser esperadas, podría valorar positivamente.
- La objetivación con métodos contrastados de la interacción fisiológica y el confort.



Instrumentación de electromiografía y goniometría, para medir esfuerzos musculares y posturas articulares.

18 | Automoción y medios de transporte

- > -- La generación de propuestas de diseño que optimicen el confort y la satisfacción.
- Validación de soluciones técnicas mediante estas metodologías.



Test de molestias en partes del cuerpo.

Durante el proceso, los asistentes interiorizaron las posibilidades de estas herramientas que los proveedores tecnológicos emplean y que requieren de *know-how* difícilmente incorporable en la formación tradicional. Esto les está permitiendo multiplicar el rendimiento de las inversiones realizadas en proyectos de I+D en la labor interna de desarrollo. ●



MAPA DE CLIENTES



Cientes y socios de proyectos del IBV en el ámbito del calzado (1996–2006)

Alstom Transporte, S.A. Santa Perpetua De Mogoda - Barcelona (ESPAÑA)	★	Gestamp Servicios, S.L. Madrid (ESPAÑA)	
Autoliv Bki, S.A. La Poble De Vallbona - Valencia (ESPAÑA)	★	Gestamp Bizkaia, S.A. Abadiño - Vizcaya (ESPAÑA)	
Bekaert - Industrias Del Ubierna, S.A. Burgos (ESPAÑA)		Group Trèves. Reims (FRANCIA)	
Dalphimetal España, S.A. Madrid (ESPAÑA)	★	Grupo Antolín Ingeniería, S.A. Burgos (ESPAÑA)	★
Fagor Ederlan, S. Coop. Ltda. Eskoriatza - Guipuzcoa (ESPAÑA)		Iberia, Lineas Aéreas De España, S.A. Madrid (ESPAÑA)	★
Fabricación Asientos Vehículos Industriales, S.A. Martorelles - Barcelona (ESPAÑA)		Johnson Controls Automotive Spain, S.A. Almussafes - Valencia (ESPAÑA)	
Faurecia Interior Systems, S.A. Quart de Poblet - Valencia (ESPAÑA)		Trety, S.A. Maçanet de la Selva - Girona (ESPAÑA)	★
Fico Cables, S.A. Barcelona - (ESPAÑA)	★	Vossloh España, S.A.U. Albuixech - Valencia (ESPAÑA)	

★ Entidad asociada al Instituto de Biomecánica de Valencia



Centro de Innovación y Tecnología (CIT) registrado (nº 8) por la CICYT.



Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación registrada (nº 88) por la CICYT.



Miembro de la Federación Española de Entidades de Innovación y Tecnología (FEDIT).



Miembro de la Red de Institutos Tecnológicos de la Comunidad Valenciana (REDIT).



Miembro de la Red Española de Seguridad y Salud en el Trabajo del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.



Miembro de la *International Association for Sport Surface Sciences* (ISSS). Laboratorio acreditado para la realización de ensayos de pavimentos deportivos.



Red de Centros Tecnológicos de investigación e instituciones relacionadas con la I+D y la enseñanza en el ámbito forestal, de la madera y el mueble



Red de Centros de excelencia en el ámbito de la accesibilidad y diseño para todos

Laboratorio acreditado por la Federación Internacional de Fútbol (FIFA) para ensayar campos de hierba artificial.



Laboratorio acreditado por la International Association of Athletics Federations (IAAF) para la realización de ensayos de superficies sintéticas para pista de atletismo.



Laboratorio acreditado por la International Tennis Federation (ITF) para la realización de ensayos de pavimentos deportivos para pistas de tenis.



Laboratorio de ensayos para pavimentos deportivos y áreas de juego acreditado por ENAC



Ejemplar GRATUITO
VALOR 6 €



 GENERALITAT VALENCIANA
CONSELLERIA D'EMPRESA, UNIVERSITAT I CIÈNCIA



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA