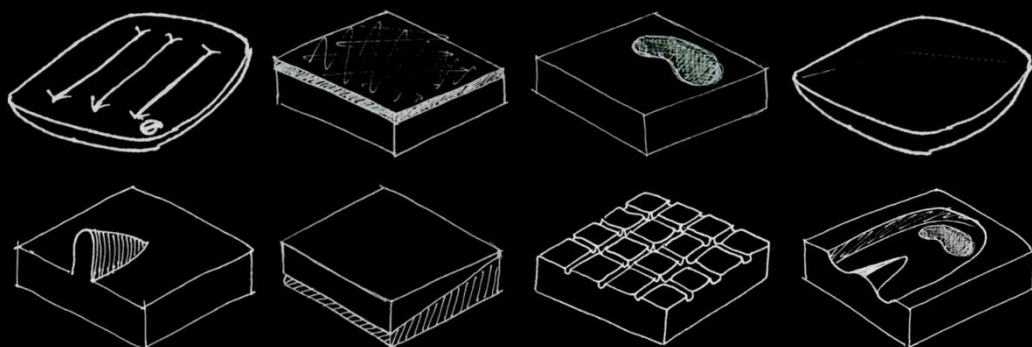




UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

Identificación de criterios de diseño y selección de  
cojines antiescaras, a partir de aspectos funcionales de  
los cojines y las características particulares y preferencias  
de los usuarios

Tesis doctoral



Ricard Barberà i Guillem

Programa de doctorado en tecnologías para la salud y el bienestar.  
Directores: Dr. Álvaro Page del Pozo, Dr. Miguel López Torres.

Diciembre 2015  
Ciutat de València





UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

Programa de doctorado en tecnologies  
para la salut y el bienestar

**Identificación de criterios de diseño y  
selección de cojines antiescaras, a partir  
de aspectos funcionales de cojines  
y las características particulares  
y preferencias de los usuarios**

Tesis doctoral

*(Traducción semiautomática a partir de la versión original en valenciano)*

**Autor:** Ricard Barberà i Guillem

**Directores:** Álvaro Page del Pozo

Miguel López Torres

Ciutat de València, diciembre de 2015



*A les xiques de la casa, pel temps furtat  
i uns quants reguinys*



# Agradecimientos

A Álvaro Page, por facilitarme todo el aparataje estadístico y el entusiasmo demostrado durante la dirección de este trabajo de investigación.

A Rakel y Juanma, amigos y superinvestigadores de cabecera durante muchos años.

A Javi y Jaime, que confiaron en mí para ir a los primeros comités de normalización, donde tuve la opción de sentarme junto los 'gurús'.

Al IBV y su gente, por muchos momentos entrañables tanto personales como profesionales, algún dolor de cabeza y... ¡la nómina!

A Eva, por la colaboración en la elaboración de las figuras del capítulo 3.

A la Estenas Technical Cushion University, por confiar en mí y darme la energía y confianza necesaria para encarar la última fase de este trabajo. También a Llum, conductora del acto académico de graduación, por la gran profesionalidad demostrada y el apoyo incondicional a este trabajo de investigación.

A Pili, por todo.





# Resum

Les persones en cadira de rodes representen al voltant de l'1% de la població. Aquest col·lectiu es caracteritza per passar moltes hores al dia damunt la cadira, cosa que pot comportar problemes de salut vinculats principalment al desenvolupament d'úlceres per pressió. Per altra banda, el posicionament en la cadira de rodes és crític per poder realitzar activitats diverses i que aquestes puguin fer-se de forma confortable. L'objectiu dels coixins, integrats dins del sistema de sedestació, és contribuir a la prevenció, el posicionament i el confort de la persona en la cadira de rodes.

Incorporar l'usuari de forma adequada en l'avaluació, prescripció i desenvolupament de nous coixins és un aspecte clau, identificat clarament a la bibliografia, que requereix l'ús de models d'innovació que faciliten aquesta incorporació de forma sistemàtica. En aquest treball d'investigació s'ha adoptat el model d'avaluació causa-efecte, emprat amb èxit en àmbits com l'automoció o el calcer, però que fins al moment no s'havia utilitzat en el camp dels coixins antiescares.

L'ús d'aquest model ha permès la identificació de diversos encadenaments entre les conseqüències de la interacció coixí-persona (percepció desenvolupada en l'usuari) amb les característiques del coixí i la persona, així com amb la resposta fisiològica i biomecànica resultant d'aquesta interacció. Aquest era el pas previ per poder obtenir criteris de disseny i selecció de coixins. Les variables fisiològiques i biomecàniques analitzades han estat la pressió i el microclima. Per a estudiar les conseqüències de la interacció hem considerat la percepció de l'usuari obtinguda mitjançant l'ús de qüestionaris.

Trenta-sis persones en cadira de rodes han participat en aquest estudi que ha inclòs la valoració de vint-i-cinc coixins. El principal criteri per a la inclusió d'usuaris en l'estudi ha estat el nivell de risc de desenvolupar úlceres per pressió. Per a la inclusió dels coixins s'ha buscat la representativitat del mercat i la inclusió de tipologies diferents.

Des del punt de vista de l'opinió dels usuaris aquest treball d'investigació ha permès identificar els factors de qualitat percebuda (*F1. Estabilitat, F2. Calor-dolor, F3. Encaixament, F4. Col·lapse, F5. Grandària-estètica i F6. Pes-fred*) i calcular el pes d'ells sobre els factors globals de bondat i evolució dels coixins. Per altra banda, la comparació dels valors de pressió obtinguts amb les persones en cadira de rodes i els mesurats amb el maniquí constata una clara divergència en el comportament. També s'han definit criteris de disseny i valors límit, admissibles i recomanables, per a un conjunt de variables i la seua relació amb els factors de qualitat i les variables subjectives.

Els resultats d'aquest treball suporten la importància d'una aproximació global als coixins, que incloga els processos de disseny, desenvolupament i prescripció, on els usuaris siguin molt més protagonistes del que ho han estat fins ara.

# Resumen

Las personas en silla de ruedas representan alrededor del 1% de la población. Este colectivo se caracteriza por pasar muchas horas al día sentado. Esto puede comportar problemas de salud vinculados principalmente al desarrollo de úlceras por presión. Por otra parte, el posicionamiento en la silla de ruedas es crítico para poder realizar actividades diversas de forma confortable. El objetivo de los cojines, integrados dentro del sistema de sedestación, es contribuir a la prevención, el posicionamiento y el confort de la persona en la silla de ruedas.

Incorporar el usuario de forma adecuada en la evaluación, prescripción y desarrollo de nuevos cojines es un aspecto clave, identificado claramente en la bibliografía, que requiere el uso de modelos de innovación que faciliten esta incorporación de forma sistemática. En este trabajo de investigación se ha adoptado el modelo de evaluación causa-efecto, empleado con éxito en ámbitos como la automoción o el calzado, pero que hasta el momento no se había utilizado en el campo de los cojines antiescaras.

El uso de este modelo ha permitido la identificación de diversos encadenamientos entre las consecuencias de la interacción cojín-persona (percepción desarrollada en el usuario) con las características del cojín y la persona, así como con la respuesta fisiológica y biomecánica resultante de esta interacción. Éste era el paso previo para poder obtener criterios de diseño y selección de cojines. Las variables fisiológicas y biomecánicas analizadas han sido la presión y el microclima. Para estudiar las consecuencias de la interacción hemos considerado la percepción del usuario obtenida mediante cuestionarios.

Treinta y seis personas en silla de ruedas han participado en este estudio que ha incluido la valoración de veinticinco cojines. El principal criterio para la inclusión de usuarios en el estudio ha sido el nivel de riesgo de desarrollar úlceras por presión. La inclusión de los cojines se ha basado en la representatividad del mercado y la inclusión de tipologías diferentes.

Desde el punto de vista de la opinión de los usuarios este trabajo de investigación ha permitido identificar los factores de calidad percibida (*F1. Estabilidad, F2. Calor-dolor, F3. Encajonamiento, F4. Colapso, F5. Tamaño-estética y F6. Peso-frío*) y calcular el peso de ellos sobre los factores globales de bondad y evolución de los cojines. Por otra parte, la comparación de los valores de presión obtenidos con las personas en silla de ruedas y los medidos con el maniquí constata una clara divergencia en el comportamiento. También se han definido criterios de diseño y valores límite, admisibles y recomendables, para un conjunto de variables, así como su relación con los factores de calidad y las variables subjetivas agrupadas en estos factores.

Los resultados de este trabajo apoyan la importancia de una aproximación global a los cojines, que incluya los procesos de diseño, desarrollo y prescripción, donde los usuarios sean mucho más protagonistas de lo que han sido hasta ahora.

# Summary

Wheelchair users represent around 1% of the population. This group is characterised through the number of hours spent each day in a seated position. This can lead to health problems linked mainly to the development of pressure ulcers. In addition, the position in the wheelchair is critical in order to be able to perform different activities comfortably. The aim of the cushions, integrated in the whole seating system, is to contribute to the prevention, positioning and comfort of the person in a wheelchair.

Incorporating the user adequately into the assessment, prescription and development of new cushions is a key aspect, clearly identified in the bibliography, which requires the use of innovation models to produce this incorporation systematically. This research paper adopts the cause-effect model, successfully used in other fields such as the car or shoe making industries, but to date not used in the field of tissue management cushions.

The use of this model has allowed for the identification of different links between the consequences of the interaction person-cushion (developed perception of the user) with the cushion and person characteristics, as well as with the physiological and biomechanical response resulting from this interaction. This was a necessary step to obtain design and selection criteria for the cushions. The physiological and biomechanical variables which have been analysed are pressure and microclimate. To study the consequences of this interaction we have considered the user perception obtained by means of a questionnaire.

Thirty-six wheelchair users have participated in this study which includes the assessment of twenty-five cushions. The main criteria for the inclusion of users in the study

has been the risk level of risk of developing pressure ulcers. The inclusion of cushions was based on the market representation and consideration of the different typologies.

From the point of view of the user's opinion this research paper has allowed for the identification of the quality perception factors (*F1. Stability, F2. Heat-pain, F3. Fitting, F4. Collapse, F5. Size-aesthetics and F6. Weight-cold*) and for the calculation of their weight on the global factors of goodness and evolution of the cushions. In addition, the comparison of the pressure values obtained directly from the wheelchair users and those measured using the dummy highlights a clear divergence between both behaviour. We have also defined design criteria and limit values, admissible and recommendable, for a group of variables, as well as the relation of the subjective variables with these quality factors.

The results of this research support the importance of a comprehensive approach to the cushions, including the design, development and prescription processes whereby the users may become more of a protagonist than they have been so far.

---

# Índice general

<b>CAPÍTULO 1. Revisión bibliográfica .....</b>	<b>35</b>
1.1. Del problema a la propuesta. Concreción del objetivo del trabajo de investigación .....	37
1.1.1. Los usuarios de sillas de ruedas y de cojines.....	37
1.1.2. Objetivos de los cojines (y del sistema de sedestaciónn).....	38
1.1.3. Los profesionales clínicos.....	39
1.1.4. Una propuesta integradora de aproximación a los cojines antiescaras basada en un mayor protagonismo de los usuarios.....	40
1.2. El modelo causa efecto y los tres niveles de evaluación.....	44
1.3. Evaluación de las variables de primer nivel, caracterización.....	47
1.3.1. Características de las personas.....	47
1.3.2. Definición de la tarea.....	56
1.3.3. Características de los cojines.....	57
1.4. Evaluación de las variables de segundo nivel, interacción.....	66
1.4.1. Postura y actividades del usuario.....	66
1.4.2. Presiones, cortantes y microclima.....	67
1.4.3. Estado y viabilidad de los tejidos.....	74

1.5. Evaluación de las variables de tercer nivel, consecuencias.....	75
1.5.1. Percepción.....	76
1.5.2. Salud.....	77
1.5.3. Desempeño de la actividad.....	85
1.6. Evaluación de las interacciones entre niveles.....	86
1.6.1. Interacciones entre nivel 1 y nivel 2, variables de caracterización e interacción.....	88
1.6.2. Interacciones entre nivel 2 y nivel 3, variables de interacción y percepción.....	89
1.6.3. Interacciones entre nivel 1 y nivel 3, variables de caracterización y percepción.....	89
1.7. Conclusiones de la revisión bibliográfica.....	90
<b>CAPÍTULO 2. Objetivos y plan de trabajo.....</b>	<b>93</b>
2.1. Objetivos de la investigación.....	95
2.2. Plan de trabajo.....	97
<b>CAPÍTULO 3. Metodología.....</b>	<b>101</b>
3.1. Resumen del marco metodológico, inclusión de participantes y de cojines.....	102
3.1.1. Aspectos genéricos.....	102
3.1.2. Criterios de inclusión y de agrupación los usuarios y de los cojines.....	103
3.2. Caracterización microclimática.....	107
3.2.1. Definiciones y conceptos.....	107
3.2.2. Metodología de evaluación microclima.....	112
3.3. Caracterización mecánica y a presiones.....	116
3.3.1. Definiciones y conceptos.....	116
3.3.2. Metodología de evaluación mecánica y a presiones.....	122
3.4. Análisis y tratamiento de los datos.....	129
3.4.1. Esquema de tratamiento.....	129
3.4.2. Caracterización de las personas y de los cojines (nivel 1).....	130
3.4.3. Caracterización de la interacción cojín-persona (nivel 2).....	132
3.4.4. Relación entre las variables de caracterización e interacción (niveles 1 y 2).....	134



---

3.4.5. Consecuencias de la interacción cojín-persona (nivel 3).....	135
3.4.6. Relación entre los niveles de caracterización y consecuencias (niveles 1 y 3)..	137
3.4.7. Relación entre los niveles de interacción y consecuencias (niveles 2 y 3).....	139

**CAPÍTULO 4. Resultados.....141**

4.1. Resultados para las variables de primer nivel. Caracterización de las personas y de los cojines.....	146
4.1.1. Caracterización antropométrica y edad de las personas.....	146
4.1.2. Caracterización funcional y salud de las personas.....	147
4.1.3. Descripción general de los cojines del estudio.....	151
4.1.4. Caracterización a microclima de los cojines.....	157
4.1.5. Caracterización mecánica y a presiones de los cojines.....	160
4.2. Resultados para las variables de segundo nivel. Evaluación de la interacción cojín-persona.....	170
4.2.1. Análisis de las variables de interacción a microclima.....	170
4.2.2. Análisis de las variables de interacción mecánica y a presiones.....	176
4.3. Resultados para las variables de tercer nivel. Evaluación de las consecuencias de la interacción cojín-persona.....	180
4.3.1. Resultados de la evaluación subjetiva de la interacción cojín-persona, centrada en microclima, por parte de personas sanas.....	180
4.3.2. Resultados de la evaluación subjetiva de la interacción cojín-persona, por parte de las personas en silla de ruedas.....	187
4.4. Análisis de las interacciones entre los diversos niveles.....	200
4.4.1. Análisis de la relación de las variables de nivel 3 y nivel 1 desde la perspectiva del microclima.....	200
4.4.2. Análisis de la relación de las variables de nivel 3 y nivel 1 (mecánica y a presiones).....	203
4.4.3. Análisis de la relación de las variables de nivel 3 y nivel 2 desde la perspectiva del microclima.....	208
4.4.4. Análisis de la relación de las variables de nivel 3 y nivel 2 desde la perspectiva mecánica y a presiones.....	211

4.4.5. Análisis de la relación de las variables de nivel 2 y nivel 1 desde la perspectiva de microclima.....	212
4.4.6. Análisis de la relación de las variables de nivel 2 y nivel 1 desde la perspectiva mecánica y a presiones.....	218
4.5. Criterios de diseño específico y valores límites.....	225
4.5.1. Resumen de los criterios de diseño y valores límite.....	225
4.5.2. Criterios de diseño relacionados con el factor de estabilidad (F1).....	227
4.5.3. Criterios de diseño relacionados con el factor calor-dolor (F2).....	234
4.5.4. Criterios de diseño relacionados con el factor de encajonamiento (F3).....	236
4.5.5. Sensaciones relacionadas con el factor de colapso (F4).....	241
4.5.6. Sensaciones relacionadas con el factor tamaño-estética (F5).....	244
4.5.7. Sensaciones relacionadas con el factor de frío-peso (F6).....	249
<b>CAPÍTULO 5. Discusión.....</b>	<b>253</b>
5.1. Aproximación metodológica.....	254
5.2. Primer nivel de evaluación. Aspectos globales de las personas participantes en el estudio y los cojines estudiados.....	257
5.2.1. Comparativa, desde una perspectiva global, con otros trabajos identificados en la bibliografía.....	257
5.2.2. Caracterización de las personas desde la perspectiva de la edad.....	258
5.2.3. Caracterización de las personas desde la perspectiva funcional y salud.....	258
5.2.4. Los cojines evaluados en el estudio.....	259
5.3. Primer nivel de evaluación. Aspectos específicos.....	260
5.3.1. Caracterización a microclima de los cojines.....	260
5.3.2. Caracterización mecánica y a presiones de los cojines.....	261
5.4. Segundo nivel de evaluación. Interacción cojín-persona.....	267
5.4.1. Caracterización a microclima de la interacción cojín-persona.....	267
5.4.2. Caracterización a presiones de la interacción cojín-persona.....	276
5.5. Criterios de diseño basados en la percepción de los usuarios.....	282
5.5.1. Consideraciones generales.....	282

5.5.2. Resumen de los criterios de diseño desde la perspectiva del microclima.....	284
5.5.3. Resumen de los criterios de diseño desde la perspectiva mecánica y a presiones .....	287
<b>CAPÍTULO 6. Conclusiones.....</b>	<b>297</b>
6.1. Conclusiones.....	298
6.2. Trabajo futuro.....	301
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>303</b>
<b>ANNEXO I. Cuestionarios.....</b>	<b>311</b>
I.1. Cuestionario confort climático.....	312
I.2. Cuestionario estudio de campo.....	313
I.3. Hoja de participación consentida.....	314
<b>ANNEX II. Tablas resultantes del análisis de regresión logística.....</b>	<b>317</b>
II.1. Factor de estabilidad (F1).....	318
II.1.1. Sensación de escurrimiento.....	318
II.1.2. Sensación de firmeza.....	319
II.1.3. Sensación de balanceo.....	321
II.2. Factor calor-dolor (F2).....	322
II.2.1. Sensación de dolor.....	322
II.3. Factor de encajonamiento (F3).....	323
II.3.1. Sensación de encajonamiento final.....	323
II.3.2. Sensación de encajonamiento inicial.....	325
II.4. Factor de colapso (F4).....	327
II.4.1. Sensación de hundimiento.....	327
II.5. Factor de tamaño-estética (F5).....	328
II.5.1. Sensación de acoplamiento del cojín.....	328

*Índice general*

---

II.5.2. Percepción Estética.....	329
II.5.3. Sensación de grueso del cojín.....	330
II.6. Factor de frío-peso (F6).....	331
II.6.1. Sensación de peso.....	331

---

# Índice de tablas

## **TABLAS CAPÍTULO 1. Revisión bibliográfica**

Tabla 1.1. Formas de implicación de los usuarios en el desarrollo de nuevos productos .....	41
Tabla 1.2. Datos antropométricas de población masculina y femenina en silla de ruedas .....	54
Tabla 1.3. Variables de caracterización de los usuarios de los cojines.....	55
Tabla 1.4. Variables de definición de la tarea en función del tipo de actividad.....	56
Tabla 1.5. Descripción de las estrategias de terapia postural.....	57
Tabla 1.6. Resumen de las características principales del cojín (i).....	58
Tabla 1.7. Resumen de las características principales del cojín (ii).....	59
Tabla 1.8. Ejemplos de uso de materiales naturales y sintéticos en la cubierta y relleno de los cojines.....	61
Tabla 1.9. Comparativa de las variables funcionales de análisis de los cojines utilizados por (Poveda-Puente et al. 2003) y (Staarink 1995).....	65
Tabla 1.10. Aspectos destacados de la influencia de los cambios posturales en las medidas de presión.....	66
Tabla 1.11. Características y parámetros de segundo nivel. Presiones, cortantes y microclima.....	68
Tabla 1.12. Resultados de evaluación a presiones de diferentes estudios y cojines.....	69

Tabla 1.13. Resultados de evaluación a microclima de diferentes estudios y cojines....	71
Tabla 1.14. Datos básicas de los usuarios y cojines de los ensayos a microclima.....	72
Tabla 1.15. Comportamiento de los cojines a microclima en períodos largos de tiempo .....	73
Tabla 1.16. Características y parámetros de segundo nivel. Viabilidad de los tejidos...74	
Tabla 1.17. Características y parámetros de tercer nivel.....	75
Tabla 1.18. Ejemplos de evaluación del confort de la sedestación en población en silla de ruedas.....	77
Tabla 1.19. Comparativa desde la perspectiva epidemiológica de una gripe y de una úl- cera por presión.....	78
Tabla 1.20. Significación de la puntuación de la escala Braden-Bergston de Riesgo de desarrollar úlceras por presión.....	79
Tabla 1.21. Variables y valores más destacados de la presencia de las úlceras por presi- ón en población con lesión medular.....	83
Tabla 1.22. Tiempo medio de cuidado en días, coste previsto de curación normal y cos- te adicional por episodio en curación retrasada. Coste referidos en Reino Unido.....	84
Tabla 1.23. Los tres niveles de evaluación en el estudio de (Stockton & Rithalia 2009) .....	86
Tabla 1.24. Los tres niveles de evaluación en el estudio de (Shetchtman et al. 2001)...87	
Tabla 1.25. Relaciones entre las variables de los niveles 1 y 2.....	88
Tabla 1.26. Relaciones entre las variables de los niveles 2 y 3.....	89

### **TABLAS CAPÍTULO 3. Metodología**

Tabla 3.1. Significación de la puntuación de la escala Braden-Bergston.....	104
Tabla 3.2. Clasificación y tipologías de los cojines.....	105
Tabla 3.3. Distribución de las personas por grupos y nivel de riesgo.....	106
Tabla 3.4. Valores de conductividad térmica de algunos materiales habituales en cojines .....	108
Tabla 3.5. Valores de calor específico de algunos materiales habituales en cojines....	109
Tabla 3.6. Caracterización de las personas participantes en el ensayo de confort climáti- co.....	113

---

Tabla 3.7. Posicionamiento de los diferentes segmentos del cuerpo para sedestación correcta.....	120
Tabla 3.8. Descripción de las variables subjetivas y escalas de baremación.....	127

#### **TABLAS CAPÍTULO 4. Resultados**

Tabla 4.1. Número de personas que ensayaran los diversos cojines.....	145
Tabla 4.2. Asignación de los cojines, por tipologías, a los grupos del estudio de campo .....	145
Tabla 4.3. Medidas antropométricas y edad de las personas participantes en el estudio .....	146
Tabla 4.4. Sensibilidad en los miembros inferiores y situaciones de incontinencia.....	147
Tabla 4.5. Presencia de deformidades y calidad de la postura sedente.....	147
Tabla 4.6. Dificultad (dependencia/independencia) para realizar las actividades propuestas.....	148
Tabla 4.7. Presencia de problemas de comunicación.....	148
Tabla 4.8. Presencia de enfermedades en la población de estudio.....	148
Tabla 4.9. Riesgo de ulceración según la escala Braden-Bergston en función del género .....	149
Tabla 4.10. Riesgo de ulceración según la escala Braden-Bergston en función del nivel de riesgo.....	149
Tabla 4.11. Riesgo de ulceración según la escala Braden en función del grupo de evaluación.....	150
Tabla 4.12. Descripción de los grupos de cojines.....	151
Tabla 4.13. Distribución de las configuraciones de los cojines según la tipología del cojín.....	152
Tabla 4.14. Valores de capacidad calorífica y conductividad estimados de los cojines .....	157
Tabla 4.15. cojines por tipología sobre los que se midió tiempo de latencia y grado de estabilización.....	158
Tabla 4.16. Tiempo de latencia y grado de estabilización.....	158
Tabla 4.17. Caracterización dimensional de los cojines.....	160

Tabla 4.18. Resumen de las variables de presiones, superficies y índice de distribución.....	162
Tabla 4.19. Descripción de las variables de caracterización mecánica de los cojines.	166
Tabla 4.20. Relaciones destacadas dentro del primer nivel de evaluación.....	169
Tabla 4.21. Representación de las correlaciones entre las variables incrementales y finales de humedad y temperatura para el espacio poplíteo y la zona isquial.....	171
Tabla 4.22. Valores de las variables de temperatura para la zona isquial.....	172
Tabla 4.23. Valores de las variables de humedad para la zona isquial.....	173
Tabla 4.24. Contribución de las diferentes variables a las componentes principales rotadas.....	175
Tabla 4.25. Resumen de las variables de presiones, superficies e índice de distribución resultante de la interacción persona-coixí.....	176
Tabla 4.26. Caracterización de la valoración global de los cojines.....	181
Tabla 4.27. Valoración del confort a humedad y temperatura para el espacio poplíteo y la zona isquial.....	181
Tabla 4.28. Valoración de sensación térmica para el espacio poplíteo y la zona isquial.....	182
Tabla 4.29. Valoración de sensación higroscópica para el espacio poplíteo y la zona isquial.....	183
Tabla 4.30. Representación de las correlaciones entre las variables de confort climático, a humedad y temperatura, respecto a la valoración global del cojín.....	183
Tabla 4.31. Representación de las correlaciones entre las variables de confort climático, a humedad y temperatura, con respecto a la valoración global del cojín.....	184
Tabla 4.32. Representación de las correlaciones entre las variables de confort climático referidas a la sensación de humedad y de temperatura según zona.....	184
Tabla 4.33. Representación de las correlaciones entre las variables de confort climático (humedad) con respecto a la sensación de humedad y de temperatura según zona.....	185
Tabla 4.34. Representación de las correlaciones entre las variables de confort climático (temperatura) con respecto a la sensación de humedad y de temperatura según zona.	185
Tabla 4.35. Representación de las correlaciones entre las variables de confort climático, a humedad y temperatura, con respecto a la valoración global en función del tiempo según zona.....	186



---

Tabla 4.36. Distribución de la valoración de los usuarios para las variables globales y de comodidad.....	187
Tabla 4.37. Factores resultantes de las variables globales y de comodidad.....	188
Tabla 4.38. Distribución porcentual de la valoración de los usuarios para las variables incrementales.....	189
Tabla 4.39. Distribución de la valoración de los usuarios para cada una de las variables incrementales.....	190
Tabla 4.40. Componentes factoriales de las valoraciones globales y de comodidad...	191
Tabla 4.41. Valor de las correlaciones de las variables de calidad agrupadas por factores, respecto a los factores de bondad y de evolución con representación del porcentaje de valoraciones críticas.....	194
Tabla 4.42. Valor de las correlaciones de las variables de calidad agrupadas por factores, respecto a los factores de bondad según la tipología del cojín.....	195
Tabla 4.43. Ordenación, valor y significación de las variables de calidad con respecto al factor de bondad para las tipologías de cojín aire y espuma-látex.....	196
Tabla 4.44. Valor de las correlaciones de las variables de calidad agrupadas por factores, con respecto al factor de evolución en función de la tipología del cojín.....	196
Tabla 4.45. Listado de las interacciones analizadas entre las variables de niveles diferentes.....	200
Tabla 4.46. Correlación de la sensación térmica en el isquion con las variables T40 y $\Delta T$ .....	209
Tabla 4.47. Representación de las correlaciones entre las variables de confort térmico y valoración global, respecto a la temperatura final y el incremento de temperatura.....	210
Tabla 4.48. Representación de las correlaciones entre las variables de confort térmico y valoración global, respecto a la temperatura final y el incremento de temperatura.....	210
Tabla 4.49. Correlaciones entre la capacidad calorífica y la conductividad con las variables de incremento y valor de temperatura ( $\Delta T$ y T40).....	218
Tabla 4.50. Análisis comparativa de correlaciones para las variables de presión, índice de distribución y superficie, en el caso de las medidas de maniquí y de personas.....	219
Tabla 4.51. Análisis comparativo de correlaciones para las variables de presión, índice de distribución y superficie, en el caso de las medidas de maniquí y de personas (corregido efecto usuario), de forma agrupada y por tipología.....	221
Tabla 4.52. Relaciones destacadas dentro del primer nivel de evaluación.....	224

Tabla 4.53. Identificación y agrupación por factores de las variables que marcan la percepción del usuario para las que hemos identificado regiones de diseño admisible y recomendable.....	226
Tabla 4.54. Variables analizadas en la regresión logística relativa a la sensación de escurrimiento.....	227
Tabla 4.55. Variables utilizadas en el análisis de regresión logística relativo a la sensación de firmeza.....	229
Tabla 4.56. Variables utilizadas en el análisis de regresión logística relativo al balanceo .....	232
Tabla 4.57. Variables utilizadas en el análisis de regresión logística relativo a la sensación de calor.....	234
Tabla 4.58. Variables utilizadas en el análisis de regresión logística relativo a la sensación de dolor.....	235
Tabla 4.59. Variables utilizadas en el análisis de regresión logística relativo a la sensación de encajonamiento final.....	236
Tabla 4.60. Variables consideradas para el análisis de regresión logística relativo a la sensación de escurrimiento.....	239
Tabla 4.61. Variables consideradas para el análisis de regresión logística relativo a la sensación de amortiguamiento.....	242
Tabla 4.62. Variables consideradas para el análisis de regresión logística relativo a la sensación de hundimiento.....	242
Tabla 4.63. Variables consideradas para el análisis de regresión logística relativo a la sensación de acoplamiento.....	244
Tabla 4.64. Variables consideradas para el análisis de regresión logística relativo a la sensación de escurrimiento.....	248
Tabla 4.65. Variables utilizadas en el análisis de regresión logística relativo a la sensación de frío.....	250

## **TABLAS CAPÍTULO 5. Discusión**

Tabla 5.1. Ejemplos de estudios que han analizado la relación entre variables de niveles diversos de evaluación.....	255
Tabla 5.2. Ejemplos de estudios con participación de usuarios en la evaluación de cojines.....	257

---

Tabla 5.3. Resumen de las características más importantes de las personas participantes en el estudio desde la perspectiva funcional y de salud.....	259
Tabla 5.4. Resultados más destacados desde el punto de vista de caracterización de los cojines a microclima.....	260
Tabla 5.5. Rangos de las variables de caracterización dimensional de los cojines.....	261
Tabla 5.6. Valor de las variables de caracterización a presiones de los cojines.....	262
Tabla 5.7. Relaciones entre las variables de caracterización a presión de los cojines.	263
Tabla 5.8. Resultados más destacados del estudio de (Akins, Karg, and Brienza 2011) .....	263
Tabla 5.9. Comparación de los resultados de (Akins, Karg, and Brienza 2011) con esta investigación.....	264
Tabla 5.10. Valor de las variables de caracterización a presiones de los cojines.....	265
Tabla 5.11. Comparación de los resultados de (Akins, Karg, and Brienza 2011) con esta investigación.....	265
Tabla 5.12. Relaciones entre las variables de caracterización mecánica y a presiones del primer nivel de evaluación.....	266
Tabla 5.13. Resultados más destacados desde el punto de vista de caracterización de los cojines a microclima.....	267
Tabla 5.14. Resultados del comportamiento a microclima de diferentes cojines (Stewart, Palmieri, and Cochran 1980).....	269
Tabla 5.15. Comparación de los resultados de evolución de la temperatura de (Stewart, Palmieri, and Cochran 1980) con los de esta investigación.....	269
Tabla 5.16. Comparación de los resultados de evolución de la humedad de (Stewart, Palmieri, and Cochran 1980) con los de esta investigación.....	270
Tabla 5.17. Resultados del comportamiento a microclima de diferentes cojines (Ferguson-Pell 1998).....	271
Tabla 5.18. Comparación de los resultados de (Ferguson-Pell 1998) a temperatura con esta investigación.....	272
Tabla 5.19. Resultados del comportamiento a microclima de diferentes cojines (Sprigle and Eicholtz 2009).....	273
Tabla 5.20. Comparación de los resultados de (Sprigle and Eicholtz 2009) a temperatura con esta investigación.....	274

Tabla 5.21. Comparación de los resultados de (Sprigle and Eicholtz 2009) a humedad con esta investigación.....	275
Tabla 5.22. Resultados más destacados de las medidas de presión en la interacción cojín-persona.....	278
Tabla 5.23. Resultados de evaluación a presiones de diferentes estudios y cojines.....	279
Tabla 5.24. Resultados de evaluación a presiones de diferentes estudios y cojines.....	280
Tabla 5.25. Variables identificadas en el documento ISO/PDTR 16840-9.....	282
Tabla 5.26. Resumen de los resultados de la evaluación a microclima y de las relaciones entre los diferentes niveles de evaluación. Resultados referidos a personas sanas	283
Tabla 5.27. Criterios y objetivos de diseño.....	284
Tabla 5.28. Criterios y objetivos de diseño.....	285
Tabla 5.29. Resumen de la relación entre factores de calidad de los cojines y factores globales.....	286
Tabla 5.30. Relación entre los factores de calidad y las variables de percepción.....	286
Tabla 5.31. Relación de las variables de percepción de estabilidad (F1) con las variables de caracterización del cojín e interacción cojín-persona.....	287
Tabla 5.32. Otras variables relacionadas con el factor de estabilidad.....	290
Tabla 5.33. Relación de la variable de percepción de dolor (F2) con las variables de caracterización del cojín e interacción cojín-persona.....	290
Tabla 5.34. Relación de las variables de percepción de encajonamiento (F3) con las variables de caracterización del cojín e interacción cojín-persona.....	292
Tabla 5.35. Relación de las variables de percepción del colapso (F4) con las variables de caracterización del cojín e interacción cojín-persona.....	293
Tabla 5.36. Relación de las variables de percepción tamaño-estética (F5) con las variables de caracterización del cojín e interacción cojín-persona.....	293
Tabla 5.37. Relación de las variables de percepción tamaño-estética (F5) con las variables de caracterización del cojín e interacción cojín-persona.....	295

---

# Índice de figuras

## **FIGURAS CAPÍTULO 1. Revisión bibliográfica**

Figura 1.1. Representación de la cadena de valor de los cojines y de los agentes que intervienen.....	40
Figura 1.2. Agentes y flujos principales del proceso de prescripción.....	42
Figura 1.3. Proceso de análisis y diseño de cojines.....	44
Figura 1.4. Proceso de evaluación y generación de criterios de diseño de mobiliario...46	
Figura 1.5. Representación de la experiencia de uso.....	49
Figura 1.6. Distribución de discapacitado y deficiencias por sexos (miles de habitantes).....	50
Figura 1.7. Distribución porcentual de diagnósticos cuando consideramos grupos de edades diferenciados (izquierda) y distribución porcentual del número de discapacitados en función de los grupos de edad para personas con dificultades para cambiar posturas básicas.....	51
Figura 1.8. Representación de las dimensiones de los usuarios de sillas de ruedas.....	54
Figura 1.9. Representación de estructuras internas de cojines diferentes con base de espuma.....	60
Figura 1.10. Representación simplificada de la clasificación en cuatro categorías de las úlceras.....	81

Figura 1.11. Esquema conceptual Braden-Bergstrom sobre la etiopatogènia de las úlceras por presión.....	81
Figura 1.12. Esquema conceptual del proyecto PUMA sobre la etiopatogenia de las úlceras por presión.....	82

## **FIGURAS CAPÍTULO 2. Objetivos y plan de trabajo**

Figura 2.1. Representación esquemática del plan de trabajo y de los objetivos de investigación.....	91
---	----

## **FIGURAS CAPÍTULO 3. Metodología**

Figura 3.1. Proceso de análisis y diseño de cojines basado en el modelo ergonómico causa-efecto.....	102
Figura 3.2. Ejemplo de diferentes tipologías y configuraciones de cojines.....	105
Figura 3.3. Representación de la Ley de Fourier para la conducción térmica.....	107
Figura 3.4. Representación de la Ley de enfriamiento de Newton.....	108
Figura 3.5. Valor del coeficiente de convección en función de la velocidad del aire según fuentes diversas.....	109
Figura 3.6. Representación del momento inicial, transitorio y de equilibrio de la transmisión de calor entre la persona y un cojín.....	110
Figura 3.7. Representación del mecanismo de conducción para tres tipologías de cojín.....	111
Figura 3.8. Representación del mecanismo de convección interna y externa para un cojín de aire.....	111
Figura 3.9. Representación del sistema empleado para la medida de la capacidad de transmisión de calor de los cojines.....	112
Figura 3.10. Sistema para el registro de las variables de microclima.....	113
Figura 3.11. Usuario impulsándose sobre una estructura de rodillos durante el ensayo de microclima.....	115
Figura 3.12. Sistema de aplicación de carga para el ensayo de rigidez horizontal.....	122
Figura 3.13. Descripción del sistema para el ensayo de amortiguamiento de impactos.....	123
Figura 3.14. Descripción del sistema de aplicación de carga para el ensayo de profundidad de contorno y sobrecarga.....	124

---

Figura 3.15. Descripción del sistema de aplicación de presiones con maniquí.....	126
Figura 3.16. Proceso de evaluación y generación de criterios de diseño de mobiliario .....	129
Figura 3.17. Variables de caracterización básica de las personas y de los cojines.....	130
Figura 3.18. Herramientas de análisis estadístico para la descripción de las personas y de los cojines.....	131
Figura 3.19. Variables de caracterización de los cojines a microclima, mecánica y presiones.....	131
Figura 3.20. Herramientas de análisis estadístico para la caracterización de los cojines .....	131
Figura 3.21. Variables de caracterización de la interacción cojín-persona agrupadas en microclima o mecánicas y de presiones.....	132
Figura 3.22. Herramientas estadísticas por analizar la interacción cojín-persona agrupadas en microclima o mecánicas y de presiones.....	132
Figura 3.23. Herramientas estadísticas para analizar la relación entre las variables de los niveles 1 y 2.....	134
Figura 3.24. Representación del esquema de análisis entre las variables de caracterización de los cojines y las de interacción cojín-persona para microclima, variables mecánicas y presiones.....	135
Figura 3.25. Variables de caracterización de las consecuencias de la interacción cojín-persona.....	136
Figura 3.26. Herramientas estadísticas para analizar las consecuencias de la interacción cojín-persona.....	136
Figura 3.27. Herramientas estadísticas por analizar la relación entre las variables de los niveles 1 y 3.....	137
Figura 3.28. Representació de la funció de distribució logística.....	138
Figura 3.29. Representación del esquema general de análisis entre las variables de caracterización de los cojines y las consecuencias de la interacción cojín-persona.....	138
Figura 3.30. Herramientas estadísticas por analizar la relación entre las variables de los niveles 2 y 3.....	139
Figura 3.31. Representación del esquema general de análisis entre las variables de caracterización de los cojines y las consecuencias de la interacción cojín-persona.....	139

## FIGURAS CAPÍTULO 4. Resultados

Figura 4.1. Presentación general de los resultados según los niveles de análisis del esquema causa-efecto.....	142
Figura 4.2. Esquema causa-efecto para las medidas de microclima.....	143
Figura 4.3. Representación de las variables independientes, dependientes y métodos de análisis para la caracterización mecánica y a presiones de los cojines, de la interacción y de la percepción.....	144
Figura 4.4. Distribución de la muestra por nivel de riesgo de desarrollo de úlceras...	149
Figura 4.5. Medias de riesgo de ulceración por grupos de evaluación (izquierda) y nivel de riesgo (derecha).....	150
Figura 4.6. Descripción de las características de los cojines del grupo A.....	153
Figura 4.7. Descripción de las características de los cojines del grupo B.....	154
Figura 4.8. Descripción de las características de los cojines del grupo C.....	155
Figura 4.9. Descripción de las características de los cojines del grupo D.....	156
Figura 4.10. Conductividad y capacidad calorífica estimadas por tipologías de cojines .....	157
Figura 4.11. Tiempo de latencia (izquierda) y grado de estabilización (derecha) según tipologías de cojín.....	159
Figura 4.12. Representación de la anchura y de la profundidad de los cojines por tipología.....	161
Figura 4.13. Representación del grueso y de la superficie de los cojines para cada una de las tipologías.....	161
Figura 4.14. Representación del peso para cada una de las tipologías.....	162
Figura 4.15. Representación de los diagramas de cajas para las variables de superficie (izquierda) e índice de distribución (derecha) en función de la tipología del cojín.....	163
Figura 4.16. Representación de los diagramas de cajas para las variables de presión Pmax25 (izquierda) y Pmax10 en función de la tipología del cojín.....	163
Figura 4.17. Representación de los valores de superficie, índice de distribución y presiones Pmax25 y Pmax10 para los cojines C03, C04, C23 y C24 agrupados en función de si eran perfiles altos o bajos.....	165
Figura 4.18. Representación de los diagramas de cajas para las variables de fuerza horizontal máxima (Fmax) y a los 60 segundos (FH60s).....	167



---

Figura 4.19. Representación de los diagramas de cajas para las variables de aceleración del 2on pico (izquierda) e histéresis (derecha).....	167
Figura 4.20. Representación de los diagramas de cajas para las variables de grueso pasados 10 segundos y a los veinte minutos después de aplicación de la carga de deformación.....	168
Figura 4.21. Representación normalizada de los incrementos de temperatura y humedad de la zona isquial para cada uno de los cojines ordenados de menor a mayor incremento de humedad.....	170
Figura 4.22. Estimación de las curvas de calentamiento para una selección representativa de cojines.....	172
Figura 4.23. Estimación de las curvas de humedad para una selección representativa de los cojines.....	174
Figura 4.24. Representación de los diagramas de cajas para las variables de superficie (izquierda) e índice de distribución (derecha) en función de la tipología del cojín.....	177
Figura 4.25. Representación de los diagramas de cajas para las variables de presiones, Pmax25 izquierda y Pmax10 a la derecha, en función de la tipología del cojín; en la parte superior valores de medida directa y en laparte inferior valores estimados descontando efecto usuarios.....	178
Figura 4.26. Representación de los valores de superficie, y Pmax10 para los cojines C03, C04, C23 y C24 agrupados en función de sí eran perfiles altos o bajos.....	179
Figura 4.27. Representación de la valoración de confort a humedad y temperatura para el espacio poplíteo y la zona isquial del conjunto de los cojines.....	181
Figura 4.28. Representación de la sensación térmica para el espacio poplíteo y la zona isquial del conjunto de los cojines.....	182
Figura 4.29. Representación de la sensación higroscópica para el espacio poplíteo y la zona isquial del conjunto de los cojines.....	183
Figura 4.30. Representación de la valoración de los usuarios de las variables globales y de comodidad.....	188
Figura 4.31. Distribución porcentual de la valoración de los usuarios de las variables incrementales.....	189
Figura 4.32. Representación de la valoración de los usuarios para cada una de las variables incrementales.....	190
Figura 4.33. Valores de las correlaciones entre los factores de calidad y los factores global.....	193

Figura 4.34. Diagrama de importancia-frecuencia de las variables de calidad con respecto al factor de bondad del cojín e identificación de los factores principales.....	197
Figura 4.35. Diagrama de importancia-frecuencia de las variables de calidad respecto al factor de evolución e identificación de los factores principales.....	198
Figura 4.36. Representación del esquema general de análisis entre las variables de caracterización de los cojines y las de valoración subjetiva de la interacción cojín-persona referidas a microclima.....	200
Figura 4.37. Diferencias en sensación térmica en la zona isquial en función de la tipología del cojín.....	201
Figura 4.38. Representación de las diferencias en sensación térmica para la zona isquial en función de la capacidad calorífica.....	201
Figura 4.39. Representación de los diferentes valores de grado de estabilización en función de la valoración de la sensación térmica en la zona isquial.....	202
Figura 4.40. Representación del esquema general de análisis entre las variables de caracterización mecánica y a presiones de los cojines y las percepciones de los usuarios derivadas de la interacción cojín-persona.....	203
Figura 4.41. Media del segundo pico de aceleración en función de la sensación de escurrimiento.....	203
Figura 4.42. Valores de profundidad de contorno y sobrecarga en función de la sensación de firmeza.....	204
Figura 4.43. Sensación de balanceo en función del grupo de riesgo según escala Braden-Bergston.....	205
Figura 4.44. Diferencias significativas entre tipologías e identificación de subconjuntos.....	207
Figura 4.45. Efecto de la cuña (izquierda) y de la preforma (derecha) en la valoración estética.....	207
Figura 4.46. Representación del esquema general de análisis entre las variables de caracterización de los cojines y las de valoración subjetiva de la interacción cojín-persona a microclima.....	208
Figura 4.47. Relación de la T40 y $\Delta T$ con las variables de sensación térmica final al área isquial.....	209
Figura 4.48. Representación del esquema general de análisis entre las variables de interacción mecánica y a presiones de los cojines y las percepciones de los usuarios derivadas de esta interacción.....	211

---

Figura 4.49. Representación del esquema general de análisis entre las variables de caracterización de los cojines y las de interacción cojín-persona relativas al microclima.....	212
Figura 4.50. Representación de los valores de temperatura (T40 y $\Delta T$ ) según la tipología de cojín, gráficas parte superior, y subconjuntos homogéneos (Scheffé) y diferencias (Bonferroni) en los incrementos medios de temperatura ( $\Delta T$ ) de las distintas tipologías de cojines respecto los cojines de agua-gel, parte inferior.....	213
Figura 4.51. Representación de los grupos homogéneos (Scheffé) de las temperaturas medias finales (T40), parte superior, y diferencias significativas (Bonferroni) entre tipologías de cojines, parte inferior.....	214
Figura 4.52. Representación de los valores de humedad (H40 y $\Delta H$ ), según la tipología de cojín.....	215
Figura 4.53. Representación de los subconjuntos homogéneos (Scheffé) y de los valores significativos de las diferencias (Bonferroni) en los incrementos medios de humedad ( $\Delta H$ ), parte superior, y de los valores de humedad media final (H40), parte inferior, para las distintas tipologías de cojines respecto los cojines de borreguito.....	216
Figura 4.54. Representación del esquema general de análisis entre las variables de caracterización de los cojines y las de interacción cojín-persona.....	218
Figura 4.55. Diferencias relativas entre la medida del maniquí y la estimada, anulando el efecto del usuario, para la superficie e índice de distribución.....	220
Figura 4.56. Diferencias relativas entre la medida del maniquí y la estimada, anulando el efecto del usuario, para las presiones Pmax25 y Pmax10.....	220
Figura 4.57. Representación de los valores medios estimados, anulado el efecto de los usuarios, de superficie e índice de distribución en función de la tipología del cojín. Los óvalos representan los sub-conjuntos homogéneos (Scheffé).....	222
Figura 4.58. Representación de los valores medios estimados, anulado el efecto de los usuarios, de presiones máximas Pmax10 y Pmax25. Los óvalos representan los subconjuntos homogéneos (Scheffé).....	223
Figura 4.59. Sensación de escurrimiento del cojín en función del valor del grueso del cojín a los 10 segundos.....	228
Figura 4.60. Percepción de la firmeza en función del índice de distribución (ID).....	230
Figura 4.61. Percepción de la firmeza en función de la profundidad de contorno y el porcentaje de recuperación a los 20 minutos.....	231
Figura 4.62. Sensación de balanceo en función de la fuerza horizontal pasados 60 segundos (FH60s).....	233

Figura 4.63. Sensación de dolor en función del valor de la aceleración del segundo pico .....	235
Figura 4.64. Sensación de encajonamiento final en función de la presión máxima Pmax10.....	237
Figura 4.65. Sensación de encajonamiento final en función de la histéresis del cojín	238
Figura 4.66. Sensación de encajonamiento inicial en función de la superficie de contacto y la presión máxima Pmax10.....	240
Figura 4.67. Sensación de encajonamiento inicial en función de la histéresis del cojín .....	241
Figura 4.68. Sensación de hundimiento del cojín en función del porcentaje de recuperación superados 20 minutos.....	243
Figura 4.69. Sensación de acoplamiento del cojín en función del grueso del cojín.....	245
Figura 4.70. Percepción estética de las diferentes tipologías de cojines, distribución porcentual y numérica.....	246
Figura 4.71. Percepción estética de las diferentes tipologías de cojines, considerando sólo las valoraciones mala/buena.....	247
Figura 4.72. Percepción del grueso del cojín.....	249
Figura 4.73. Sensación de peso de los cojines en función del peso.....	250

## **FIGURAS CAPÍTULO 5. Discusión**

Figura 5.1. Proceso de evaluación y generación de criterios de diseño de mobiliario.	254
--	-----

# Listado de variables

VARIABLES DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y MECÁNICA DE LOS COJINES	
Variable	Descripción
<b>Anchura</b> (cm)	Anchura del cojín medido derecha-izquierda (en los gráficos <b>amplària</b> )
<b>Profundidad</b> (cm)	Profundidad del cojín medido delante-atrás (en los gráficos <b>profunditat</b> )
<b>Peso</b> (Kg)	Peso del cojín (en los gráficos <b>pes</b> )
<b>Grueso</b> (cm)	Grueso del cojín medido en la vertical (en los gráficos <b>gruix</b> )
<b>Grueso10</b> (mm)	Grueso a los 10 segundos de liberar la carga (en los gráficos <b>gruix10</b> )
<b>Gruix20</b> (mm)	Grueso a los 20 minutos de liberar la carga (en los gráficos <b>gruix20</b> )
<b>%Rec10s</b> (%)	Diferencia porcentual respecto la medida sin carga a los 10 segundos
<b>%Rec20min</b> (%)	Diferencia porcentual respecto la medida sin carga a los 20 minutos
<b>PC</b> (mm)	La profundidad de contorno mide la distancia en vertical que se introduce un maniquí normalizado de isquioms en el cojín suponiendo carga normal
<b>PS</b> (mm)	La profundidad de sobrecarga mide la distancia en vertical que se introduce un maniquí normalizado de isquioms en situación de sobrecarga
<b>PS-PC</b> (mm)	Diferencia entre PS i PC
<b>FHmax</b> (N)	La fuerza máxima horizontal caracteriza la resistencia horizontal al desplazamiento en la superficie superior del cojín
<b>FH60s</b> (N)	La fuerza horizontal a los 60 segundos caracteriza la resistencia horizontal al desplazamiento en la superficie superior del cojín
<b>Aceleración 2o pico</b> (g)	Valor del segundo pico de aceleración después del impacto, indica la capacidad de 'amortiguación del cojín (en los gráficos <b>acceleració 2on pic</b> )
<b>Histéresis</b> (Nm)	Histéresis, obtenida a partir del cálculo del área simplificada del diagrama fuerza-deformación (en los gráficos <b>histèresi</b> )

VARIABLES DE PRESIONES EN LA SUPERFICIE DE CONTACTO COJÍN-PERSONA O COJÍN-MANIQUÍ	
Variable	Descripción
<b>S</b> (cm <sup>2</sup> )	Superficie de contacto cojín-persona o cojín-maniquí ( <b>MN.S</b> )
<b>Pmax10</b> (N/cm <sup>2</sup> )	Presión media del 10% de los sensores que registran las presiones más altas en la superficie de contacto cojín-persona o cojín-maniquí ( <b>MN.Pmax10</b> )
<b>Pmax25</b> (N/cm <sup>2</sup> )	Presión media del 25% de los sensores que registran las presiones más altas en la superficie de contacto cojín-persona o cojín-maniquí ( <b>MN.Pmax25</b> )
<b>ID</b> (%)	Índice de distribución, porcentaje de presión que se concentra en la zona isquial, también para los valores medidos con el maniquí ( <b>MN.ID</b> )
VARIABLES MICROCLIMA DE PRIMER NIVEL, RESULTANTES DE LA CARACTERIZACIÓN DEL COJÍN	
Variable	Descripción
<b>Capacidad calorífica</b> (KJ/K)	<b>C</b> , cantidad de calor necesaria para que toda la masa del cojín aumente un grado la temperatura. Valor estimado a partir características materiales (en los gráficos <b>capacitat calòrica</b> )
<b>Conductividad</b> (W/mK)	Tasa de transferencia de calor por conducción en una dirección dada, es proporcional al área normal a la dirección del flujo de calor y al gradiente de temperatura en esta dirección. Valor estimado a partir características materiales (en los gráficos <b>conductivitat</b> )
<b>Tiempo de latencia</b> (min)	Mide el tiempo en minutos, hasta que la cara opuesta a la fuente de calor incrementa la temperatura en un grado (en los gráficos <b>temps latència</b> )
<b>Grado de estabilización</b> (%)	El grado de estabilización mide la relación entre las temperaturas de las dos caras del cojín cuando se ha alcanzado el equilibrio térmico (en los gráficos <b>grau d'estabilització</b> )
VARIABLES MICROCLIMA DE SEGUNDO NIVEL, RESULTANTES DE LA INTERACCIÓN COJÍN-PERSONA	
Variable	Descripción
<b>ΔH_%</b> (%)	Incremento porcentual de la humedad entre el momento inicial y final.
<b>ΔT_%</b> (%)	Incremento porcentual de la temperatura entre el momento inicial y final.
<b>Ti</b> (°C)	Temperatura en el momento inicial del ensayo en el contacto cojín-persona.
<b>T40</b> (°C)	Temperatura en el momento final del ensayo a los 40 minutos.
<b>ΔT</b> (°C)	Incremento de la temperatura entre el momento inicial y final. Puede referirse al espacio poplíteo ( <b>ΔT poplíteo</b> ) o al área isquial ( <b>ΔT isquion</b> ).
<b>Hi</b> (%)	Humedad en el momento inicial del ensayo en el contacto cojín-persona
<b>H40</b> (%)	Humedad en el momento final del ensayo a los 40 minutos
<b>ΔH</b> (%)	Incremento de la humedad entre el momento inicial y final. Puede referirse al espacio poplíteo ( <b>ΔH poplíteo</b> ) o al área isquial ( <b>ΔH isquion</b> ).

---

# Capítulo 1

## Revisión bibliográfica

### Introducción

El objetivo de la revisión bibliográfica es aproximarnos a los cojines antiescaras y a sus usuarios desde un punto de vista global; que considere, no solamente la prevención de las úlceras por presión, sino todos los aspectos asociados con el uso de los cojines. Perseguimos este objetivo desde la perspectiva de los procesos de diseño, de desarrollo y de validación de productos con participación activa de los usuarios.

El apartado 1.1. concreta el objetivo del trabajo de investigación. Parte de la identificación y definición de los retos de la sedestación en las personas en silla de ruedas y cómo los cojines pueden contribuir a dar respuesta a éstos. Retos que podemos agrupar en tres ámbitos: salud, posicionamiento y confort. Finalmente, este apartado propone una aproximación integral a los cojines antiescaras que da mayor protagonismo a los usuarios y que se basa en el modelo de evaluación ergonómica causa-efecto.

El apartado 1.2. presenta formalmente el modelo causa-efecto de evaluación ergonómica adaptado al ámbito de los cojines antiescaras. Este modelo se apoya en la existencia de tres niveles de análisis y de evaluación que comprenden: (1) la caracterización del cojín-persona-tarea; (2) la medida de las variables de la interacción biomecánica y fisiológica como la humedad, la temperatura o la presión; y (3) el resultado o consecuen-

cias de esta interacción medida en parámetros referidos a la salud, la percepción del usuario o el desempeño de la actividad.

Por su parte, los apartados 1.3, 1.4 y 1.5 revisan el conocimiento publicado en los tres niveles de evaluación con la finalidad de: (1) identificar y caracterizar los usuarios y los cojines; (2) identificar y caracterizar los parámetros más importantes de la interacción biomecánica y fisiológica como presión, fricción, humedad o temperatura y (3) identificar y caracterizar las consecuencias de la interacción cojín-persona relativos a la salud, confort y posicionamiento.

El apartado 1.6. analiza el conocimiento publicado sobre las relaciones existentes entre los diferentes niveles de evaluación e identifica aquellos puntos donde se identifican faltas de conocimiento. Finalmente, el apartado 1.7. presenta las conclusiones de la revisión bibliográfica y justifica la oportunidad e interés de esta propuesta de investigación.



---

## 1.1. Del problema a la propuesta. Concreción del objetivo del trabajo de investigación

Este apartado empieza con una breve introducción a los usuarios de sillas de ruedas y a los cojines. En el segundo punto plantea los objetivos de los cojines integrados dentro del sistema de sedestación. Finalmente, el último punto, propone una aproximación a los cojines antiescaras basada en un mayor protagonismo de los usuarios mediante el modelo de evaluación ergonómica causa-efecto.

### 1.1.1. Los usuarios de sillas de ruedas y de cojines

Existe una amplia correspondencia entre usuarios de sillas de ruedas y usuarios de cojines antiescaras. Definir las personas a que emplean cojines antiescaras es, básicamente lo mismo que definir y caracterizar las personas que usan sillas de ruedas, dado que la mayoría de usuarios de sillas de ruedas y scooters lo son también de cojines (Sprigle et al. 2001). Poveda-Puente et al. (1998) identificó como accesorio más común, entre los usuarios de silla de ruedas, el cojín; lo empleaba un 56% de los usuarios de sillas manuales y un 71% de las eléctricas. Estos valores de uso de cojines son elevados pero aún no universales; si bien es probable que hayan aumentado en los últimos años por un grado mayor de concienciación.

Entre los usuarios de sillas de ruedas y de cojines podemos encontrar personas con necesidades muy diferentes, como: usuarios neurológicos (lesionados medulares, esclerosis múltiple), usuarios con problemas musculoesqueléticos (escoliosis, fracturas, ...), usuarios con problemas de aprendizaje o personas mayores. Desde una perspectiva numérica, el porcentaje de población en silla de ruedas (manual, eléctrica o scooter), según diferentes artículos de población norteamericana y de países europeos varía entre 0,62% y un 2%, la mayoría de los datos concentradas alrededor de l'1% (newdisability 2013). Con este valor de referencia hablaríamos de cinco millones de usuarios de sillas de ruedas en Europa, cerca de medio millón en España y 50.000 en el País Valenciano<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>Según el Censo de Población y Vivienda 2011 elaborado por el INE, España tenía una población de **46.815.916** mientras que la población valenciana era de **5.009.931 habitantes**. Por otra parte la población europea (E-27) a 1 de enero de 2012 se estimaba en 503.678.862 de personas.

### 1.1.2 *Objetivos de los cojines (y del sistema de sedestaciónn)*

Las personas en silla de ruedas pueden pasar entre 10 y 16 horas al día sentadas encima de la silla de ruedas (Stockton & Rithalia 2009), motivo suficiente por definir unos objetivos para el sistema de sedestaciónn, donde queda integrado el cojín. Objetivos que podemos clasificar en tres áreas básicas no excluyentes: salud, posicionamiento y confort (Barberà-Guillem 2010b; Barberà-Guillem 2010a).

Desde la perspectiva de la **salud**, el objetivo de sedestaciónn más importante, para los usuarios de sillas de ruedas, es la prevención de las úlceras por presión. Tradicionalmente esto se ha hecho basándose en mecanismos de redistribución de la presión, en la superficie de contacto entre la persona y el cojín (Sprigle & Sonenblum 2011).

Los aspectos vinculados con la salud y muy especialmente con la prevención de las úlceras por presión han estado uno de los campos de búsqueda más importantes en el ámbito de los cojines. McInnes et al. (2011) revisa diferentes estudios donde se ha valorado el efecto del uso de los cojines (o de cojines diferentes) en la incidencia y prevalencia de las úlceras por presión en poblaciones concretas. La concepción clínica de los cojines está latente en muchos estudios y documentos que se centran en los agentes causantes o estresantes de las úlceras: presión, cortantes, fricción y microclima, principalmente (ISO/PDTR 16840-9 2013; Sprigle 2007; International Review 2010). Entre todos estos factores la presión es el agente más estudiado (Sprigle & Sonenblum 2011; ISO/PDTR 16840-9 2013; International Review 2010).

El estudio de la *Problemática de los usuarios de sillas de ruedas en España* (Poveda Puente et al. 1998) recogía que un 15% de los participantes sufría o había sufrido alguna vez problemas de escaras. La zona isquiática y la sacra serían las regiones con más frecuencia de lesiones, distribución coherente con los resultados otros estudios (Reger et al. 2007). Sin embargo, la incidencia de las úlceras por presión señalada, resulta bastante más baja que la de otros estudios publicados. Esta diferencia se explicaría por la misma constitución de la muestra, un perfil más activo que el de la media de población en silla de ruedas. De la revisión de (Hsieh, Jane et al. 2014) sobre estudios referidos a población con lesión medular publicados entre 1996 y 2012, podemos extraer valores de prevalencia anuales de entre 10,2% y 38%. Los valores de incidencia referidos en este estudio son de 28,2%, en pacientes medulares con lesión no traumática, y 71,8%, en pacientes con lesión medular traumática.

---

Un posicionamiento óptimo siempre estará vinculado a la realización de alguna actividad concreta; así, será diferente cuando escribimos con el ordenador de cuando estamos en una conversación. Staarink (1995) de forma genérica agrupa las actividades-posturas en tres categorías: (1) activa, trabajando en una tabla o propulsando la silla de ruedas; (2) semi-activa, viendo el televisor o en una conversación y (3) descanso, durmiendo en posición sentada. Además, Staarink (1995) identifica dos elementos antagónicos en cualquier postura, la estabilidad y la libertad de movimientos. Cuanto a los campos de investigación centrados en el posicionamiento y la actividad, identificamos cuatro líneas principales: (1) la eficiencia y la ergonomía de la impulsión de las sillas de ruedas manuales (Gil-Agudo et al. 2010); (2) la ergonomía y adaptación del puesto de trabajo (Ferrerías et al. 2007); (3) el análisis de las actividades/movimientos de prevención como pulsaciones, lateralizaciones o movimientos adelante-atrás, recogidas en guías diversas de prevención y tratamiento de las úlceras por presión (SAS 2007; Houghton et al. 2013); y (4) definición de una postura correcta, para usuarios de sillas de ruedas con presencia de deformidades o inestabilidad por falta de control de tronco, tono muscular bajo o movimientos involuntarios; esta última línea de búsqueda es muy importante, por ejemplo, en personas con parálisis cerebral (Barberà-Guillem 2010a).

Finalmente, desde el punto de vista del aporte de **confort**, se miden las percepciones de los usuarios, habitualmente vinculadas a la ausencia de dolor (EnableNSW & Lifetime Care & Support Authority 2011). En los cojines pensados para personas mayores, el principal objetivo de la sedestación sería el confort. Cuando hablamos de confort, por extensión, incorporamos otros aspectos relacionados con la percepción del usuario, desde la sensación de dolor, balanceo o seguridad (de no caer o deslizarse), a la percepción estética del cojín y como contribuye ésta sobre la imagen personal (Barberà-Guillem 2010b). Existen pocos estudios donde los usuarios evalúen el confort y la percepción de los cojines, algunas excepciones son (Stockton & Rithalia 2009) y (Tasker et al. 2014).

### *1.1.3. Los profesionales clínicos*

La rehabilitación médica, la terapia ocupacional y la enfermería representan ámbitos clínicos con una fuerte involucración en la prescripción y seguimiento del uso de los cojines entre las personas en silla de ruedas. A pesar de la atención dada a las estrategias de prevención por los profesionales de la salud y la rehabilitación, las úlceras por presión continúan siendo comunes entre las personas con lesión medular (Byrne & Salzberg 1996; Jan & Brienza 2006) y también en muchos otros grupos de personas en

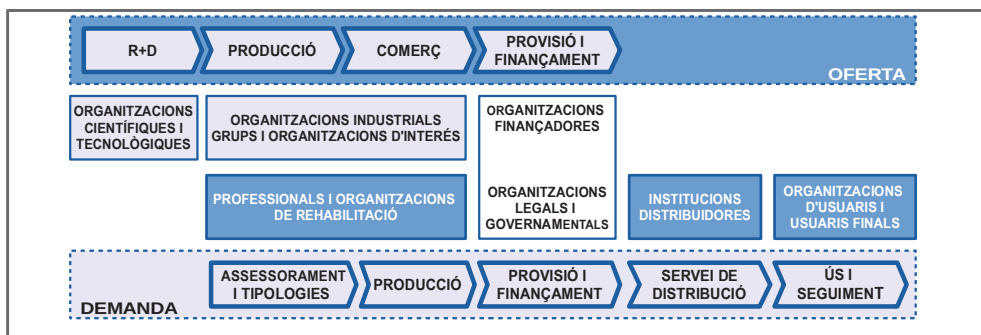
silla de ruedas. Una línea de trabajo identificada en la bibliografía para mejorar la situación actual es la individualización de la prescripción de sillas de ruedas y de los sistemas de redistribución de presiones donde quedan incluidos los cojines (Consortium for Spinal Cord Medicine 2000; Keast et al. 2007). Dentro de esta individualización, en la que los profesionales de la salud asisten a las personas con lesión medular, sería necesario identificar estrategias preventivas realistas, para ser implementadas de forma individual, así como identificar la forma de integrar estas medidas estratégicas en el día a día (Regan et al. 2009).

La sedestación clínica aporta formación a los usuarios así como recomendaciones para una sedestación adecuada; todo eso a partir de la medida de variables como las presiones, la termografía o la viabilidad tisular. La sedestación clínica permite dar retroalimentación al paciente con información visual y verbal sobre la calidad de la sedestación, además de promover su involucración activa (Coggrave & Rose 2003; Dover et al. 1992; Kennedy et al. 2003). El trabajo de las unidades clínicas especializadas en sedestación, que participan en programas de rehabilitación de pacientes hospitalarios y ambulatorios, ha contribuido a la reducción de la incidencia de las úlceras por presión y del índice de readmisión consecuencia de las mismas (Regan et al. 2009).

#### 1.1.4. Una propuesta integradora de aproximación a los cojines antiescaras basada en un mayor protagonismo de los usuarios

La figura 1.1 muestra todos los eslabones de la cadena de valor, así como la ubicación de los agentes principales que intervienen en cada uno de ellos.

Figura 1.1. Representación de la cadena de valor de los cojines y de los agentes que intervienen



Fuente: (Stack et al. 2009)

El estudio *Analysing and federating the European assistive technology ICT industry* (Stack et al. 2009) divide la cadena de valor de los productos de apoyo en dos partes: demanda y oferta. La parte de la oferta empieza con el proceso de investigación y desarrollo y acaba en la provisión y financiación; punto donde conecta con la parte de la demanda de la cadena de valor. Igualmente, la cadena de valor correspondiente a la demanda empieza con la identificación de tipologías y el asesoramiento; acaba en la supervisión y seguimiento del uso del cojín.

En esta representación de la cadena de valor los usuarios se encuentran al final y su rol queda claramente identificado como tractor/receptor. La acción de tracción, de ejercerse, favorecería la incorporación de diseños nuevos o la mejora de productos ya existentes (Barberà-Guillem 2010a). La importancia de la implicación **de los usuarios en el proceso de prescripción**, hace tiempo que ha estado puesta en valor y que se considera un elemento clave a la hora de asegurar un uso continuado de los productos de apoyo y evitar el abandono (Scherer 2005; EnableNSW & Lifetime Care & Support Authority 2011). Elementos como la aceptación de la tecnología, o que esta resulte atractiva, incluso desde una perspectiva puramente estética, son aspectos que no podemos menospreciar (Scherer 2005).

**Tabla 1.1. Formas de implicación de los usuarios en el desarrollo de nuevos productos**

Tipo de participación	Descripción
<b>Fuente pasiva de datos</b>	El usuario es considerado como un objeto de medida
<b>Fuente pasiva de validación</b>	La participación del usuario en este caso consiste en usar un producto o un prototipo y un experimentador que evalúa el nivel de consecución de un ajuste determinado
<b>Fuente activa de validación</b>	Aquí además de participar el usuario es el que responde las preguntas formuladas por el investigador
<b>Fuente criterio de diseño</b>	El criterio consiste en el establecimiento de valores límite o rangos permitidos de determinadas variables
<b>Fuente de objetivos de diseño</b>	Salvo que el lanzamiento de un producto obedezca a cambios en la tecnología de fabricación, los objetivos de diseño siempre parten del usuario. Por ejemplo, mediante aplicación de metodología QFD o grupos de discusión con usuarios.

Fuente: elaborado a partir de (Porcar 1999)

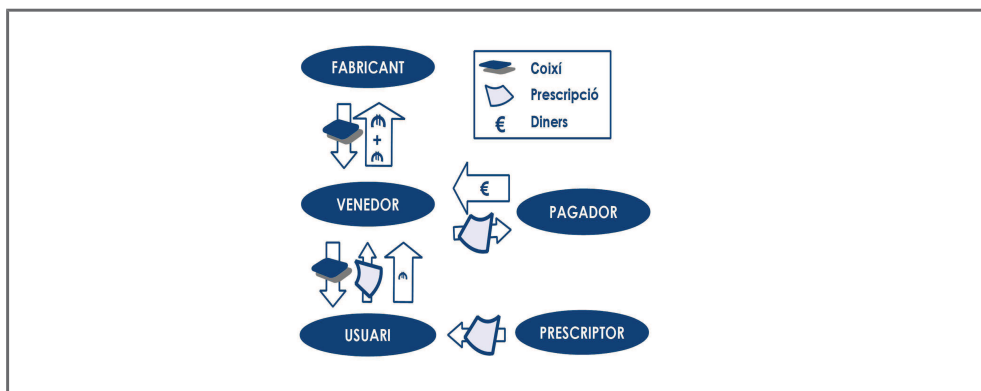
Porcar (1998), para el ámbito de los muebles, plantea una evolución en el papel desarrollado por los usuarios; que pasa de ser una fuente pasiva de datos a una fuente activa en la determinación de los objetivos de diseño. Esta evolución, representada en la tabla 1.1, comprende cinco estadios: (1) fuente pasiva de datos, (2) fuente pasiva de valida-

ción, (3) fuente activa de validación, (4) fuente para la obtención de criterios de diseño y (5) fuente para la definición de los objetivos de diseño.

Por otra parte, si nos centramos en el proceso de asignación del cojín a la persona, Sprigle (2007) identifica cuatro pasos: (1) valoración, (2) selección, (3) provisión y (4) validación. Estas fases merecen las siguientes consideraciones:

- Con la **valoración del usuario** empieza el proceso de provisión del cojín. sobre haberse identificado la necesidad de un sistema integral de valoración de la sedestación, el reto de definir un procedimiento estándar para valorar la sedestación continúa abierto. Cuatro áreas destacan en esta valoración: la historia, el diagnóstico, la funcionalidad y las necesidades especiales (Sprigle 2007).
- En el proceso de la **selección del cojín** cruzamos las necesidades de los usuarios con las características del cojín. Para realizar este cruce se han utilizado las variables siguientes: (1) grado de reducción y redistribución de la presión (Hacina 1985), (2) efectos de la temperatura (Seymour & Lacefield 1985; Fisher et al. 1978) y (3) características personales individuales del paciente (paraplejía o tetraplejía, habilidad por liberar presiones, técnicas de transferencia y estilo de vida) (Hacina 1985; Makhsous, Rowles, et al. 2007). Es necesario el uso de métodos estándar para aportar medidas cualitativas y cuantitativas de los aspectos relevantes de caracterización del funcionamiento del cojín (Sprigle 2007).

Figura 1.2. Agentes y flujos principales del proceso de prescripción



Fuente: (Barberà-Guillem 2010a)

- La **provisión** engloba los procedimientos administrativos de asignación de los cojines. Estos procedimientos tienen mucha importancia, hasta el punto que pueden de-

---

terminar los productos que se subvencionan y los que no (Sprigle 2007). En el proceso de provisión concurren, como mínimo, los siguientes agentes: usuario, prescriptor, vendedor, fabricante y pagador. La figura 1.2 representa, de forma simplificada, los flujos básicos que se producen en el mercado durante el proceso de asignación de los cojines. El prescriptor evalúa las necesidades del usuario y prescribe un cojín o tipología de cojín que acaba de concretarse en la ortopedia (vendedor). El usuario entrega la prescripción (receta) al vendedor y paga la parte que le corresponde al mismo.

- La **validación** permite comprobar la adecuación de la asignación del cojín a la persona. En este punto el reto principal es desarrollar procedimientos fáciles y viables de medida en el entorno clínico, donde el tiempo supone la restricción más importante (Sprigle 2007).

Con todo, para los cojines, los usuarios son, aún, una fuente pasiva de datos o de validación. Si bien, debería esperarse una evolución semejante a la vivida en el mundo del mueble. Evolución que podríamos justificar atendiendo los siguientes puntos:

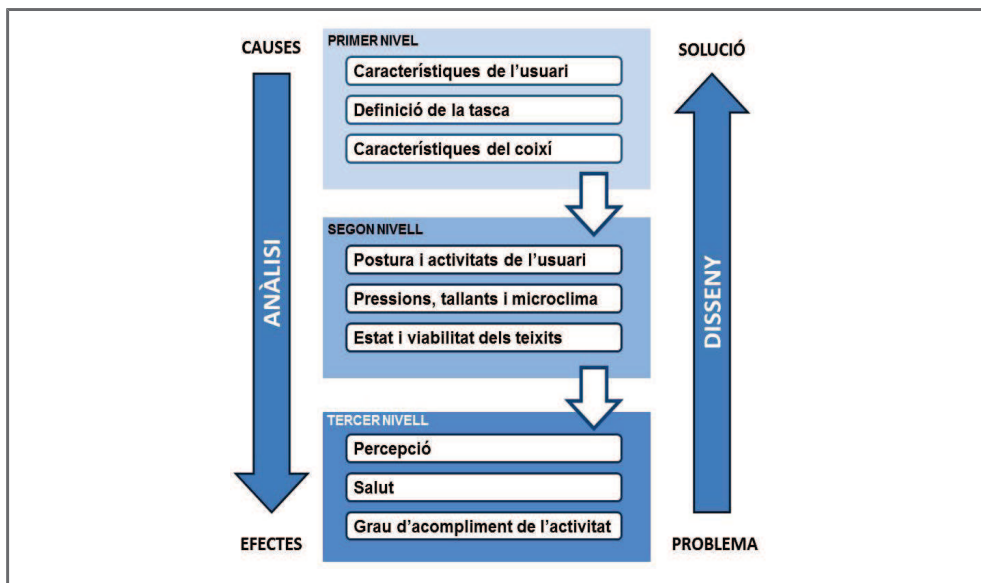
- Varios estudios apuntan la falta de participación e implicación de los usuarios en el proceso de prescripción y provisión de los productos de apoyo (Sapey et al. 2004; Scherer 2005; Sprigle 2007).
- La implicación de los usuarios está considerada una buena práctica para que disminuya el riesgo de un uso incorrecto del producto de apoyo o el abandono del uso del mismo (Scherer 2005).
- El creciente consumismo observado en el mercado de los productos de apoyo reduce la distancia del producto-usuario y otorga más poder al usuario (Stack et al. 2009).
- **La valoración subjetiva de los usuarios ha sido identificada como un elemento clave, juntamente el valor objetivo de diferentes variables de medida de la viabilidad tissular, además del criterio y conocimiento clínico del prescriptor para minimizar los factores de riesgo de desarrollo de úlceras por presión (Regan et al. 2009).**

Incorporar el usuario de forma adecuada en la evaluación y desarrollo de nuevos productos es un aspecto clave que requiere el uso de modelos de innovación y de desarrollo de productos que faciliten la incorporación de los usuarios de una forma sistemática (Barberà-Guillem 2010a). Aspecto que desarrollamos en los próximos apartados de acuerdo con el modelo causa-efecto.

## 1.2. El modelo causa efecto y los tres niveles de evaluación<sup>2</sup>

El modelo causa-efecto nace en el ámbito de la evaluación ergonómica. Para García et al. (1992) *Cualquier método de evaluación ergonómica tiene como objetivo establecer en qué aspectos el mueble [cojín] diseñado es adecuado o no a las características y necesidades de los usuarios, proporcionando datos concretos que sirvan de realimentación al diseñador o fabricante para introducir mejoras en el producto. Eso implica ensayar el mueble [cojín] en condiciones similares a las de uso, con sujetos que representen de manera fidedigna los potenciales usuarios, y obtener información cuantificable sobre las sensaciones subjetivas de comodidad y otros parámetros objetivos que las determinan.* La figura 1.3 muestra el modelo causa-efecto basado en tres niveles de evaluación, adaptado a los cojines.

Figura 1.3. Proceso de análisis y diseño de cojines



Fuente: elaborado y adaptado a partir de (García et al. 1992; Vergara Monedero 1998)

Este modelo de evaluación hace tiempo que se ha utilizado con éxito en ámbitos tan diversos como el mobiliario (García et al. 1992; Vergara Monedero 1998), el calzado (García et al. 2001) o la automoción (Solaz 2005). En la versión adaptada a los cojines,

<sup>2</sup> La redacción de este apartado se ha hecho a partir de la explicación del modelo causa-efecto de (García et al. 1992; Vergara Monedero 1998) aplicado a sillas, y por extensión a los sistemas de sedestación.



---

el **primer nivel** incluiría las características del cojín (formas, dimensiones, materiales, ajustes, etc.), del usuario (dimensiones corporal, edad, sexo, etc.) y de las tareas previstas (transferencia, movilizaciones preventivas, conversación, trabajo sobre una tabla, cocinar, etc.). Este conjunto de características determinan los factores del **segundo nivel**, relativo a la respuesta corporal inmediata del sujeto ante una configuración del cojín y la ejecución de una tarea concreta. La respuesta corporal se cuantifica de forma objetiva mediante medidas relativas a la postura y a las cargas fisiológicas y biomecánicas. Finalmente, el **tercer nivel** agrupa las consecuencias que la respuesta corporal tiene sobre el confort (dolores y molestias corporales), la salud (aparición de úlceras por presión), la valoración global del producto o el rendimiento en la ejecución de una tarea.

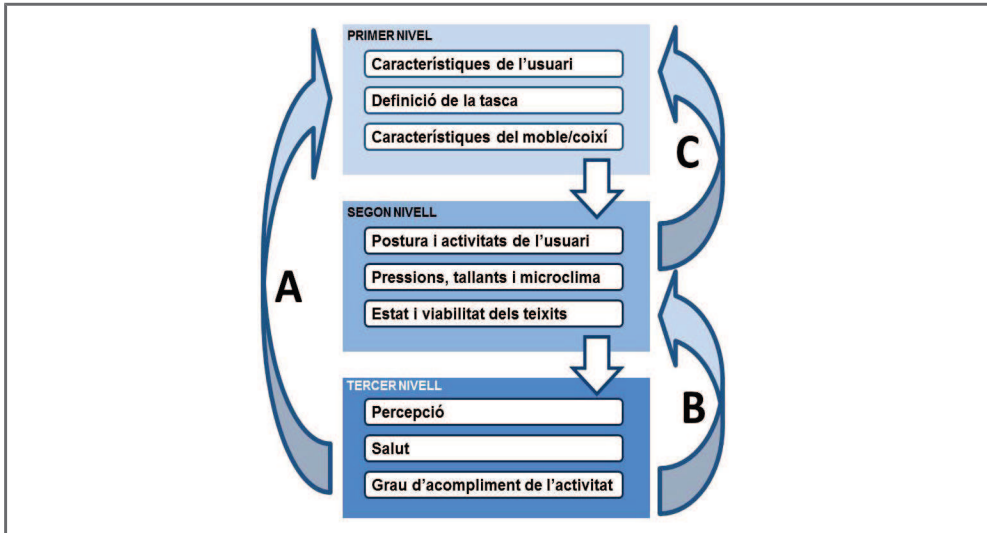
¿Por qué hablamos de modelo causa-efecto? Porque asumimos que la incomodidad (o confort) global de un cojín es función de las valoraciones relativas de incomodidad (o la ausencia de ellas) en partes diversas del cuerpo. Estas valoraciones, a la vez, dependen de parámetros medibles objetivos como la postura, la humedad o la presión en el interfaz. Así, una mala postura, un exceso de humedad o una presión elevada en las nalgas, podrían producir incomodidad en la espalda o en las nalgas y finalmente, como consecuencia, una disminución de la sensación de confort general. De igual manera, la postura adoptada o la presión que aparece en las nalgas son el efecto de las características del cojín, del usuario y de la tarea que realiza. Un sujeto sentado en una combinación concreta de silla de ruedas y cojín para realizar una tarea, adopta una postura determinada y le aparece una presión concreta en las nalgas.

El proceso de evaluación y generación de criterios de diseño se realizaría en sentido opuesto tal como muestra la figura 1.4. En primer lugar valoraríamos las consecuencias de un diseño, a continuación localizaríamos los parámetros corporales que lo originan y finalmente estableceríamos las restricciones de diseño que aseguraran la respuesta deseada. Este proceso puede realizarse por dos caminos alternativos (figura 1.4):

- Relación directa entre las sensaciones de confort/incomodidad y los parámetros de diseño, en función de las características del usuario y la tarea (A).
- Establecimiento de criterios basados pruebas subjetivas. Este análisis se realiza en dos fases. En la primera (B) se establecen los valores límites de las causas objetivas según la relación con los efectos subjetivos. En una segunda fase (C), una

vez conocidos estos valores límites, se establecen las restricciones de los parámetros de diseño a que aseguran una respuesta corporal adecuada.

Figura 1.4. Proceso de evaluación y generación de criterios de diseño de mobiliario



Fuente: elaborado y adaptado a partir de (García et al. 1992; Vergara Monedero 1998)

---

### 1.3. Evaluación de las variables de primer nivel, caracterización

Siguiendo el esquema de los tres niveles representado en la figura 1.3, empezamos en este primer apartado con la caracterización del usuario, la tarea y los cojines. La caracterización de los usuarios la hemos dividido en dos: (1) aspectos sociodemográficos y de calidad de vida; y (2) aspectos clínicos, funcionales y antropométricos. Las tareas las hemos clasificado en actividades genéricas y específicas para la silla de ruedas y hacemos una primera referencia a la «postura correcta». Finalmente, para los cojines presentamos la definición y listamos las variables de caracterización: dimensionales, estructurales, referidas a los materiales y también, al mantenimiento y al envejecimiento.

#### 1.3.1. Características de las personas

##### 1.3.1.1. Aspectos sociodemográficos y de calidad de vida

Ya hemos visto en el apartado 1.1. que hablar de usuarios de cojines es equivalente a hablar de usuarios de sillas de ruedas y que representan aproximadamente un 1% de la población total. Este valor, sin embargo, no es estático. En Inglaterra, a finales de los noventa se registró un crecimiento de un 15% anual de las personas en silla de ruedas (Sapey et al. 2004). El principal motivo de este crecimiento se atribuye a la mejora de la atención médica (Sapey et al. 2004; Conger 2011). Hasta el punto que el estilo de vida, más que el origen de la enfermedad, ha pasado a ser uno de los factores principales en la morbilidad y mortalidad de los usuarios de sillas de ruedas (Conger 2011). Esta mejora en la atención clínica ha ido acompañada de cambios en la prescripción y en la actitud de las personas hacia las sillas de ruedas (Sapey et al. 2004).

Estudios en Inglaterra (Sapey et al. 2004) y Francia (Vignier et al. 2008), que tratan de hacer una fotografía del conjunto de la población en silla de ruedas señalan como **edad media** de la población en silla de ruedas los 70 años, con una moda alrededor de los 80 años. Esto difiere del estudio de (Poveda Puente et al. 1998) que buscaba un perfil de persona en silla de ruedas más joven y activo. En él, el rango de edad analizado quedaba entre los 16 y los 70 años; con el 65% de la muestra entre los 31 y los 65 años.

Otra las variables importantes desde la perspectiva demográfica es el **género**. La proporción mujeres-hombres se mantiene prácticamente igualada hasta los 60-65 años, momento a partir del que la proporción de las mujeres se dispara (Sapey et al. 2004; Vignier et al. 2008). Esto justifica que en el conjunto global de la población en silla de

ruedas la relación mujeres-hombres sea próxima al 65%-35%. En el conjunto de la población española con discapacidad, este cambio en el predominio de las mujeres se produce más pronto, a los 45-50 años (EDAD 2008).

La forma en que una persona se acerca o vive su discapacidad es compleja, y abraza tantos campos como los de cualquier otra persona; desde la vida sexual a la laboral o profesional (Scherer, 2005). Los párrafos siguientes hablan de la forma de convivencia y red de apoyo del usuario, así como de la experiencia de uso de la silla de ruedas y la percepción de la calidad de vida. Estos ámbitos afectan el bienestar de la persona y la motivación para adherirse (o no) a las pautas de prevención.

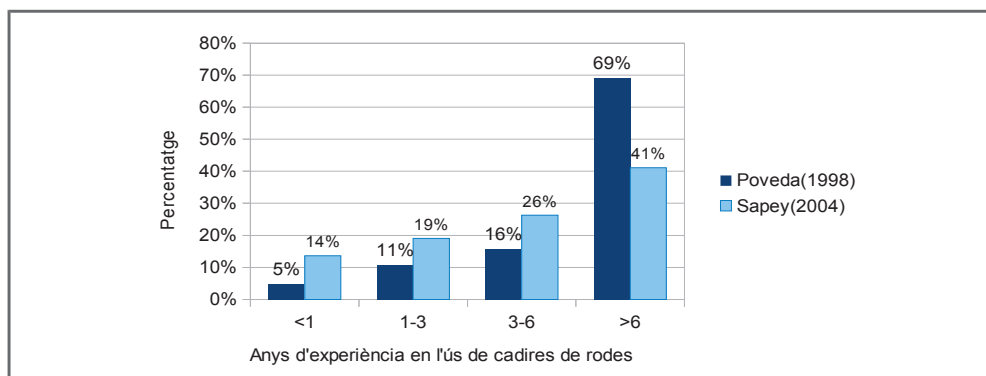
La **forma de convivencia** más habitual de las personas en silla de ruedas es el hogar familiar (Poveda Puente et al. 1998), igual que para la resto de la población. En el caso particular de las personas en silla de ruedas se observa un menor porcentaje de personas que viven solas y un mayor porcentaje que viven en familias de más miembros. En ambos casos la explicación sería la dificultad de vivir solo y la necesidad de mayor apoyo que podría implicar la mudanza a la casa de algún familiar. Estudios de poblaciones más envejecidas de personas en silla de ruedas dan porcentajes de población viviendo en la hogar familiar más reducidos y más elevados en instituciones (Vignier et al. 2008; Sapey et al. 2004).

Considerar la **red de apoyo** de la persona en silla de ruedas es importante dado que muchos de los usuarios de silla de ruedas, incluso algunos de los que llevan vidas más activas, necesitan apoyo para realizar algunas de las tareas de la vida cotidiana. La mayor parte de la red de apoyo recae en personas con un alto grado de relación familiar (Poveda Puente et al. 1998). Un mayor apoyo en el entorno próximo de la persona incrementa las posibilidades de vivir de forma autónoma en el hogar (Sapey et al. 2004). Según los datos publicadas por (IMSERSO 2013) de caracterización de los cuidadores no profesionales, el 90% de ellos son mujeres y solo un tercio de ellas tienen una edad inferior a los 50 años.

Desde una perspectiva puramente temporal podemos caracterizar la **experiencia de uso** por los años de utilización de la silla de ruedas. La figura 1.5 compara valores de experiencia de uso de dos estudios diferentes. Las diferencias más destacadas se concentran en el grupo superior a seis años e inferior a un año. Esto se explica porque los usuarios de sillas de ruedas con experiencias cortas de uso son mayoritariamente, personas con enfermedades terminales o edades muy avanzadas (Sapey et al. 2004). Las diferencias

mostradas responden a la representación de dos poblaciones diferentes, una más envejecida (Sapey et al. 2004) y otra más joven (Poveda Puente et al. 1998).

Figura 1.5. Representación de la experiencia de uso



Fuente: elaboración propia a partir de (Poveda-Puente et al. 1998, p.68; Sapey et al. 2004, p.57)

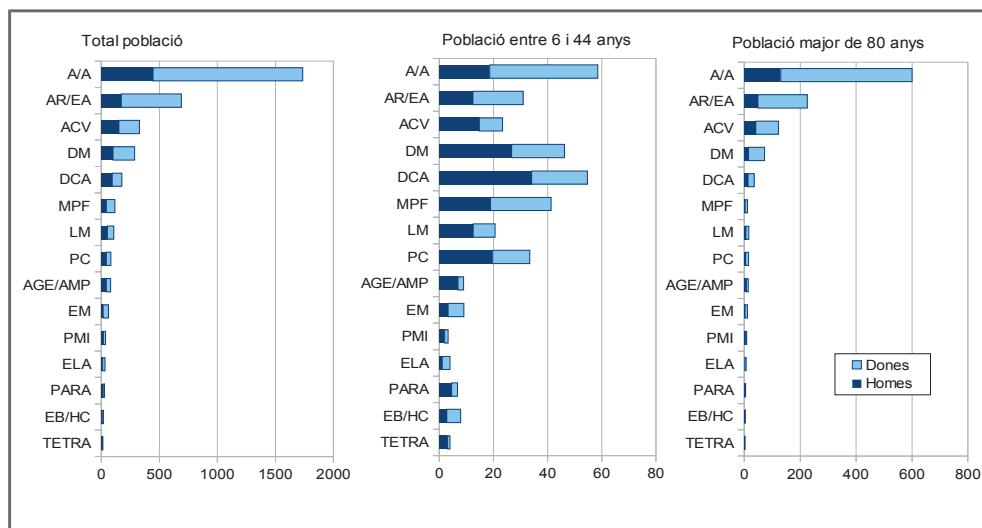
Además de la dimensión temporal, la experiencia de uso también podemos entenderla desde la perspectiva de la **calidad de vida**, que incluye variables más complejas como la autopercepción de la persona o el tipo de relación, más o menos satisfactoria, con los productos de apoyo. Por ejemplo, algunos usuarios consideran la silla de ruedas como un elemento liberador en el sentido que permite moverse, pese a las limitaciones. Por contra, señalan como problemas las barreras de diseño y accesibilidad del entorno o incluso la actitud del resto de personas (Sapey et al. 2004). La primera aproximación de una persona a su silla de ruedas es de desconocimiento (y quizá de temor, especialmente en los procesos que no son fruto de un proceso gradual sino consecuencia de un hecho puntual). El 72% de las personas que estaban en silla de ruedas no sabían nada de ellas antes de convertirse en usuarias (Sapey et al. 2004). Seguramente estos valores de desconocimiento sean más elevados para los cojines. La selección de un producto de apoyo como una silla de ruedas o un cojín puede tener connotaciones muy importantes más allá de las puramente funcionales, de permitir una movilidad u otorgar una protección a las úlceras respectivamente (Barberà-Guillem 2010b). Así, para el caso de las sillas de ruedas si pusieramos el acento en la potenciación de la capacidad de participación e interacción quizá preferiremos una silla de ruedas eléctrica. Por contra, si nos centramos en la parte de mantenimiento de la capacidad física residual del usuario, quizá nos decidiremos por una silla de ruedas manual. También para el caso de los cojines podríamos hacer consideraciones similares. Un tejido tipo rejilla con deformación multidireccional para un asiento de una silla de ruedas plegable con un comportamiento ex-

cepcional a presiones o confort térmico podría no ser una buena solución si deja en evidencia la persona con algún problema de incontinencia (Barberà-Guillem 2010b).

### 1.3.1.2. Aspectos clínicos, funcionales y antropométricos

El **diagnóstico clínico** nos interesa por la relación que tiene con el riesgo de aparición de úlceras por presión; por ejemplo, si reduce la capacidad de movilidad, la sensibilidad o la conciencia. Respecto la etiología que muestra el colectivo permanente de usuarios de sillas de ruedas, no hemos podido identificar estadísticas fiables. Los estudios clínicos referidos a usuarios de silla de ruedas o se refieren a grupos muy concretos o, los que estudian poblaciones más amplias, emplean clasificaciones distintas (LaPlante 2003; Poveda-Puente et al. 1998; Rosalind et al. 1998; Paquet & Feathers 2004) presentan rangos de variación muy amplios (Simpson et al. 2008). La figura 1.6 muestra la distribución de la discapacidad y las deficiencias, en miles de habitantes, diferenciando por género y teniendo en cuenta rangos diferentes de edades.

Figura 1.6. Distribución de discapacitado y deficiencias por sexos (miles de habitantes)

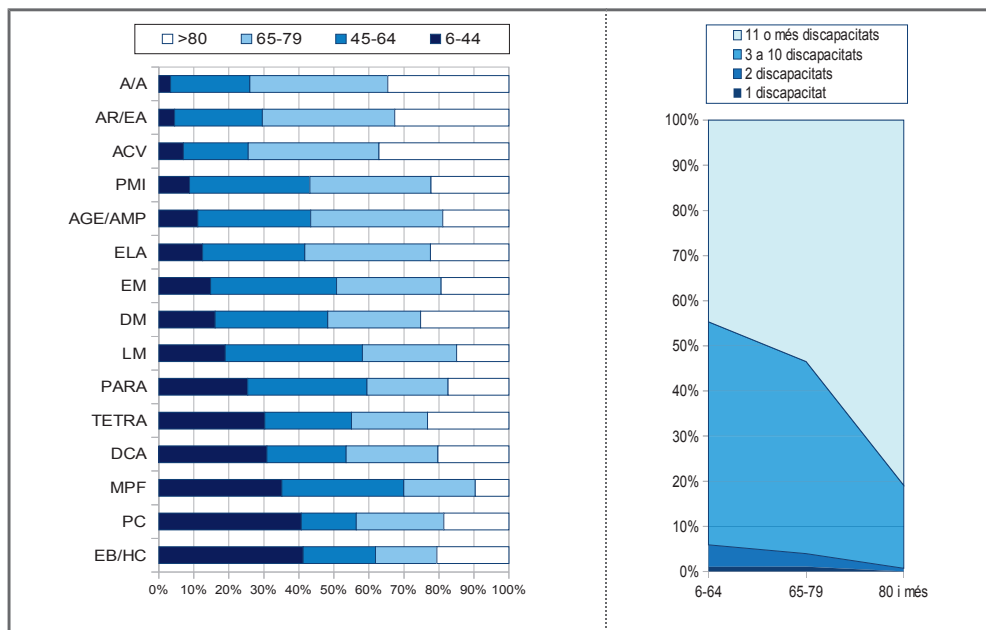


Leyenda: *A/A* (Artritis/Artrosis), *ACV* (Accidentes cerebrovasculares), *AGE/AMP* (Agenesia / Amputaciones), *AR/EA* (Artritis reumatoide/ Espondilitis anquilopòetica), *DCA* (Daño cerebral adquirido), *DM* (Distrofia Muscular), *EB/HC* (Espina bífida / hidrocefalia), *ELA* (Esclerosis Lateral Amiotròfica), *ME* (Esclerosis Múltiple), *LM* (Lesión Medular), *MPF* (Enfermedades poco frecuentes), *PARA* (Paraplejía), *PC* (Parálisis Cerebral), *PMI* (Parálisis de una extremidad inferior), *TETRA* (Tetraplejía).

Los diagnósticos elegidos son habituales entre los usuarios de sillas de ruedas (Poveda Puente et al. 1998). Los valores representados los hemos extraído de la base de datos

(EDAD 2008). La gráfica de la izquierda de la figura 1.6 muestra la distribución de la discapacidad y las deficiencias, en miles de habitantes, por género, del total de la población sin excluir ningún rango de edades. La del medio representa las edades comprendidas entre 6 y 44 años. Finalmente, la de la derecha representa los valores de la población mayor de 80 años. La comparación de los tres gráficos evidencia que la población menor de 44 años presenta un patrón patológico diferente. Esta diferencia sería más acentuada si los datos del INE permitieran desglosar grupos de población más joven, por ejemplo entre 7 y 24 años. La distribución para la población entre 65 y 79 años, no representada, es muy parecida a la de mayores de 80 años. Dado que los grupos de edad mayores de 65 años concentran el grueso de la población con discapacidad, son los que acaban marcando el perfil de discapacidad del total de la gente. La figura 1.7 representa, según los grupos de edad, la distribución porcentual de los diferentes grupos de patologías.

**Figura 1.7. Distribución porcentual de diagnósticos cuando consideramos grupos de edades diferenciados (izquierda) y distribución porcentual del número de discapacitados en función de los grupos de edad para personas con dificultades para cambiar posturas básicas.**



*Leyenda: A/A, Artritis/Artrosis; ACV, Accidentes cerebrovasculares; AGE/AMP, Agenesia / Amputaciones; AR/EA, Artritis reumatoide/Espondilitis anquilopoiética; DCA, Daño cerebral adquirido; DM, Distrofia Muscular; EB/HC, Espina bífida / hidrocefalia; ELA, Esclerosis Lateral Amiotrófica; ME, Esclerosis Múltiple; LM, Lesión Medular; MPF, Enfermedades poco frecuentes; PARA, Paraplejía; PC, Parálisis Cerebral; PMI, Parálisis de una extremidad inferior; TETRA, Tetraplejía. Fuente: elaboración propia a partir de (EDAD 2008)*

Los tres primeros diagnósticos (artritis/artrosis, artritis reumatoide/espondilitis anquilosante, accidente cerebrovascular) se vinculan a personas mayores y muy mayores, mayores de 65 y 80 años. Es en estos diagnósticos donde el peso del grupo de 6 a 44 años no llega al 10%. Después tenemos un grupo de diagnósticos (parálisis extremidad inferior, agenesia /amputaciones) donde se da una leve mayoría de los grupos de más de 65 años. A continuación tenemos un grupo (esclerosis múltiple, distrofia muscular) donde se da un empate entre mayores de 65 y menores de 64 años. Los primeros diagnósticos donde el grupo de menores de 64 años supera los mayores de 65 años son lesión medular, paraplejía, tetraplejía y daño cerebral adquirido. Estos últimos diagnósticos tienen origen traumático en muchos casos, vinculado frecuentemente a accidentes de tráfico. El caso de las enfermedades poco frecuentes es donde el grupo de personas más jóvenes (menores de 64 años) supera claramente el de los más mayores. El 70% es menor de 64 años, y un 35% menor de 44 años. Los dos últimos diagnósticos (parálisis cerebral y espina bífida/hidrocefalia) es donde el grupo menor de 44 años tiene el porcentaje más elevado. Supera el 40% de la población.

Además, la figura 1.7 muestra claramente como el número de discapacidades<sup>3</sup> aumenta con la edad. Si tomamos en consideración las personas que tienen problemas por cambiar de posturas corporales básicas observamos que un 45% de la población entre 6 y 64 años tiene 11 o más discapacidades, valor que supera levemente el 80% para personas con más de 80 años. (Sapey et al. 2004) para una población amplia de usuarios de sillas de ruedas obtuvo que el 60% de los usuarios sufrían simultáneamente artritis, accidente cerebrovascular y desórdenes neurológicos.

Desde una **perspectiva funcional** la característica que mejor describe los usuarios de silla de ruedas (y de cojines) es que tienen comprometida, en diferente grado, la capacidad de caminar (Conger 2011). Esta falta de capacidad queda incluida dentro de las limitaciones a la movilidad y es la limitación más presente. El 67,2% de las personas con discapacidad presentan limitaciones para moverse o trasladar objetos (EDAD 2008) y el 48,4% tienen dificultad para realizar las tareas de cuidado e higiene personal (INE 2009).

---

<sup>3</sup> El INE considera como discapacidad elementos tan variados como la dificultad para realizar tareas visuales con detalle o de conjunto, la comunicación, la realización de tareas sencillas, el cuidado de las partes del cuerpo, realizar las actividades de higiene personal o las relaciones sentimentales.



---

Basándonos en la reducción de la capacidad para caminar podemos establecer los subgrupos de usuarios de sillas de ruedas siguientes (Conger 2011):

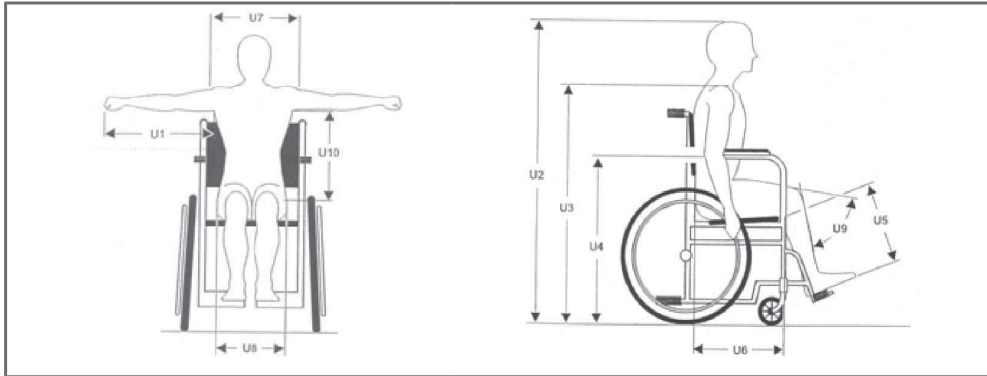
- *Personas que han perdido parte o la totalidad de la función de los miembros inferiores.* En este grupo entrarían los usuarios siguientes: lesionados medulares, artritis, parálisis cerebral, poliomielitis, esclerosis múltiple, distrofia muscular, accidente cerebrovascular (o traumatismo craneal) y amputación bilateral.
- *Personas con estabilidad postural insuficiente.* En este grupo entrarían las tipologías siguientes de usuarios: daño cerebral, parálisis cerebral y cáncer de médula.
- *Personas con debilidad generalizada.* Dentro de este grupo entrarían las tipologías siguientes de usuarios: envejecimiento, obesidad y enfermedades transitorias.

Aparte de la capacidad de caminar hay otras actividades afectadas. El 99% de las personas en silla de ruedas tienen dificultades para realizar las actividades de la vida diaria, sólo un 16% de ellas que viven en sus casas realizan las actividades de la vida diaria independientemente (Vignier et al. 2008). Para (Poveda Puente et al. 1998) las actividades de vestirse, de higiene personal y de transferencia fueron las peor valoradas. Desde la perspectiva de las úlceras la transferencia y la higiene personal son actividades muy importantes. La primera porque se relaciona con la capacidad para hacer cambios posturales, y la segunda porque la higiene y el mantenimiento de la piel son elementos críticos para la prevención de las úlceras, sobre todo ante situaciones de incontinencia. Realizar las actividades de vestirse e higiene personal de forma autónoma tiene un gran impacto en el autoestima y autovaloración de la persona (Scherer, 2005).

Igual que para la resto de grupos de población, la aplicación de los **datos antropométricos** de las personas en silla de ruedas al diseño de los entornos y productos permitiría una usabilidad mayor de los entornos y de los productos, así como mejorar la accesibilidad para las personas en sillas de ruedas, habitualmente olvidadas en los procesos de diseño (Paquet & Feathers 2004). Es desde esta perspectiva que se ha elaborado la mayor parte de las tablas antropométricas referidas a población en sillas de ruedas (Tortosa et al. 1995; Jarosz 1996; Poveda-Puente et al. 1998; Paquet & Feathers 2004; Steinfeld et al. 2010). En comparación, con otros estudios antropométricos genéricos, toman muestras más reducidas y utilizan un número acotado de dimensiones (Paquet & Feathers 2004).

La figura 1.8 y la tabla 1.2 recogen los valores publicados por (Poveda Puente et al. 1998).

Figura 1.8. Representación de las dimensiones de los usuarios de sillas de ruedas



Fuente: (Poveda Puente et al. 1998)

Tabla 1.2. Datos antropométricos de población masculina y femenina en silla de ruedas

Dimensió	Homes				Dones			
	n	p-5	p-50	p-95	n	p-5	p-50	p-95
U1 Longitud del braç (cm)	241	48.5	65.3	75.0	188	39.5	58.0	66.0
U2 Altura cap-terra (cm)	242	115.0	128.0	139.0	189	107.0	122.0	131.0
U3 Altura muscle-terra (cm)	242	92.6	103.4	112.5	188	87.0	98.0	106.0
U4 Altura colze terra (cm)	242	65.0	72.0	80.7	189	65.0	73.0	79.0
U5 Altura poplítea (cm)	231	35.0	44.7	52.0	187	33.0	39.6	46.0
U6 Distància natges buit popliti (cm)	234	38.0	46.4	55.0	187	37.0	44.0	54.0
U7 Amplada de muscles (cm)	243	33.5	42.3	52.0	189	31.0	37.5	50.0
U8 Amplada de malucs (cm)	242	27.5	37.0	45.0	189	27.3	37.0	45.0
U9 Angle de genoll (°)	227	56.0	78.0	90.0	184	52.0	75.0	90.0
U10 Distància aixella trocànter (cm)	237	25.0	38.0	47.0	187	21.0	33.0	43.0
U11 Altura aproximada (cm)	216	146.0	170.0	187.0	162	130.0	156.0	170.0
U12 Pes Aproximat (kg)	208	45.0	68.8	90.0	158	31.0	55.5	80.0

Fuente: (Poveda Puente et al. 1998)

Otro aspecto a considerar dentro del ámbito de la antropometría son las deformidades, con una incidencia elevada entre la población en sillas de ruedas. La escoliosis es la deformidad con incidencia mayor, presente en un 43% de los usuarios de silla de ruedas

(Poveda Puente et al. 1998). Otras deformidades frecuentes son la abducción de cadera, la contractura en flexión del cadera, la contractura en flexión del rodilla, el pie equino y la oblicuidad pélvica (Poveda Puente et al. 1998).

La tabla 1.3 muestra los parámetros de caracterización más destacados de las personas en silla de ruedas. Muchos de ellos se contemplan a los baremos de valoración del riesgo de desarrollar úlceras por presión.

**Tabla 1.3. Variables de caracterización de los usuarios de los cojines**

<b>Tipología de los parámetros</b>	<b>Descripción</b>
<b>Genéricos</b>	Edad Sexo
<b>Antropométricos</b>	Talla Peso IMC Otras dimensiones corporales (ancho de cadera, flexión de les articulaciones, ...)
<b>Funcionales y de salud</b>	Sensibilidad y fuerza en miembros superiores e inferiores Situaciones de incontinencia Deformidades corporales y postura sedente correcta Presencia de espasmos y movimientos incontrolados Dependencia / dificultad para realizar alguna de las tareas habituales de la vida diaria y de las estrategias de cambio postural Problemas de comunicación y discapacitado cognitiva Diversidad de diagnósticos clínicos Riesgo de presentar úlceras por presión (según diferentes escalas)

### 1.3.2. Definición de la tarea

En el primer punto de la revisión bibliográfica decíamos que el **posicionamiento óptimo** siempre queda vinculado a la realización de alguna actividad o tarea concreta. En función de la tarea podemos definir variables diversas, desde la duración de la tarea a los alcances necesarios para manipular objetos encima de una mesa. La tabla 1.4 presenta ejemplos característicos de variables y tareas.

Tabla 1.4. Variables de definición de la tarea en función del tipo de actividad

Actividad	Variables de caracterización
<b>De tipo genérico</b>	Definición de la tarea concreta <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cocinar / Leer / Interactuar videoconsola / ...</li> </ul> Duración de la tarea Exigencia ergonómica <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flexión de articulaciones / Distancias de trabajo</li> <li>• Peso de los objetos manipulados / Necesidad de contacto visual</li> </ul>
<b>Específicas silla de ruedas</b>	Desplazamiento <ul style="list-style-type: none"> <li>• Impulsión / Transferencia</li> </ul> Prevención <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pulsiones / Inclinaciones / Lateralizaciones</li> </ul>

*Elaboración propia a partir de: (Tortosa et al. 1999; Barberà-Guillem 2010a; Barberà-Guillem 2010b; Gil-Agudo et al. 2010; Houghton et al. 2013)*

Para (Staarink, 1995) dos aspectos determinan la idoneidad de una postura sentada para una actividad específica: (1) la posición de la cabeza en el espacio de forma conjunta con la línea de mirada y (2) la relación entre la estabilidad y la libertad de movimiento de la parte superior de tronco. La definición de esta idoneidad o corrección de la postura ha merecido muchas discusiones. Así, la norma (ISO/PDTR 16840-9) en referencia a la «postura correcta» afirma que puede no ser la más deseada siempre. Algunos casos donde no se recomendaría la modificación de la postura original por otra más «correcta» serían una asimetría que mejora la estabilidad y permite interactuar mejor con el entorno; o una presión especialmente elevada en un lado, en el que nunca ha habido una úlcera. En estos casos quizá el más conveniente fuera realizar un seguimiento más intenso antes de que modificar la postura original. Esta modificación podría comportar problemas de estabilidad donde no había o problemas de riesgo de aparición de úlceras en una zona en la que, en la posición inicial de partida, no se producen presiones.

Cuando hablamos de estrategias de posicionamiento para la prevención de las úlceras por presión en usuarios de sillas de ruedas habitualmente se definen tres posturas/actividades: pulsiones, inclinaciones laterales e inclinaciones frontales. La tabla 1.5 describe estos tres movimientos.

**Tabla 1.5. Descripción de las estrategias de terapia postural**

<b>Movimiento</b>	<b>Descripción</b>
<b>Pulsión</b>	En la pulsión se empujan los reposabrazos para liberar totalmente las presiones en la superficie de contacto con el asiento de la silla. Para poder hacer las pulsiones de forma completa hace falta un buen control y fuerza en la parte superior del tronco y las extremidades superiores. Suelen realizarlas los usuarios de sillas de ruedas más jóvenes y activos. La frecuencia de pulsación recomendada varía de unos estudios a otros. En general la pauta más extendida es la que recomienda la realización de las pulsiones cada 15 minutos. La repetición de las pulsiones, sin embargo, puede provocar cargas severas en hombros y brazos.
<b>Inclinación lateral</b>	La inclinación lateral es una inclinación completa de lado a lado levantando cada una de las nalgas completamente del cojín. Este movimiento no requiere tanta fuerza como el de pulsión, pero por el contrario hace falta un buen control del tronco. Las personas que sufren condiciones neurológicas degenerativas no siempre cuentan con este nivel de control.
<b>Inclinación frontal</b>	En las inclinaciones frontales, desde la postura sentada, la persona se inclina hacia delante aproximadamente el pecho a las rodillas. Este movimiento reduce las presiones máximas en la zona isquiática. Para poder realizar este movimiento es necesario un cierto control de tronco. En algunas personas la inclinación frontal puede provocar problemas de incontinencia y respiratorios.

*Font: (SAS 2007; Barberà-Guillem 2010b)*

### **1.3.3. Características de los cojines**

#### *1.3.3.1. Definición de cojín “antiescaras”*

Si adoptamos la definición de (NPUAP 2007) de las superficies de apoyo, que incluye también colchones y camas integradas, podríamos decir que *un cojín “antiescaras” es un producto especializado para la redistribución de la presión, diseñado por gestionar en los tejidos las cargas, el microclima u otras funciones terapéuticas*. También, como elemento de apoyo, podemos referenciarlo dentro de la norma UNE-EN ISO 9999 V2 en el epígrafe 04 33 03 como cojines de asientos y protectores destinados a preservar la integridad de los tejidos (AENOR 2012).

¿Cojines, cojines antiescaras, cojines de asiento, o Superficies Especiales para el Manejo de la Presión (SEMP)? En este trabajo de investigación emplearemos de forma preferente “cojín”, o alternadamente “cojín antiescaras” cuando queramos remarcar la función preventiva. Adoptamos esta terminología por simplificación del lenguaje y por ser

también la más empleada habitualmente por los usuarios y vendedores. Los cojines antiescaras por ellos mismos no son condición suficiente por evitar las escaras (Ramón Cantón, C. & Torra i Bou, J.E. 2003). Para señalar esta idea instituciones como el GNEAUPP se refieren a ellos como SEMP o la ISO habla de “cojines de asientos y protectores destinados a preservar la integridad de los tejidos”.

Si bien los cojines son el medio más popular y efectivo de prevención de las úlceras por presión (Pierre Dussault 2004); pese a los años de búsqueda en el ámbito de los cojines, no existen ensayos objetivos o criterios establecidos que permitan diferenciar la eficacia de productos diferentes (Bauer & Buning 2009). En cualquier caso, los cojines deberemos ubicarlos dentro del sistema de soporte corporal de la silla de ruedas. En él, además del asiento y el respaldo, habitualmente encontramos el reposacames, el reposapiés y el reposabrazos. El comportamiento óptimo del cojín se da con un ajuste correcto de cada uno de los elementos del sistema de apoyo corporal. Es también dentro del conjunto del sistema de apoyo corporal cuando toman importancia las tres funciones básicas, no necesariamente excluyentes, a las que contribuye el cojín: reducción del riesgo de ulceración (salud), posicionamiento adecuado, y aportación de confort (Barberà-Guillem 2010a; Barberà-Guillem 2010b).

### 1.3.3.2. Parámetros de caracterización de los cojines

Para definir y caracterizar los cojines empleamos un conjunto amplio de conceptos y parámetros. Las tablas 1.6 y 1.7 los listan, agrupándolos en cuatro categorías: (1) dimensiones de los cojines, (2) caracterización de la estructura, (3) caracterización de los materiales y (4) relativos al mantenimiento y el envejecimiento.

Tabla 1.6. Resumen de las características principales del cojín (i)

Grupos de parámetros	Listado de parámetros
<b>Dimensiones de los cojines</b>	Profundidad de contorno (con carga y sin) Longitud y anchura superior del cojín Longitud y anchura inferior del cojín Grueso del cojín / Grueso del cojín en el muslo Altura del apoyo de piernas (medial y lateral)
<b>Caracterización de los materiales</b>	Fluidos, celulares, geles y elastómeros Naturales, sintéticos Posicionamiento (funda, cuerpo principal, base) Biocompatible Multideformable Retrasando a la llama / ignífugo Rigidez

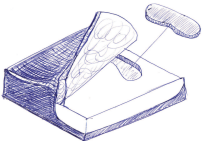
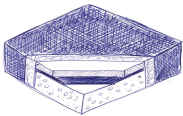
Tabla 1.7. Resumen de las características principales del cojín (ii)

Grupos de parámetros	Listado de parámetros
<b>Caracterización de la estructura</b>	Elementos específicos de posicionamiento <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoyo lateral de los muslos</li> <li>• Apoyo medial de los muslos</li> <li>• Apoyo lateral de la pelvis</li> <li>• Apoyo preisquial</li> </ul> Otros elementos estructurales <ul style="list-style-type: none"> <li>• Base llana o curvada</li> <li>• Particiones, celdas o burbujas</li> <li>• Uniones</li> <li>• Zona</li> <li>• Vaciado / Inserción / Segmento</li> <li>• Contorno / Espuma perfilada</li> </ul>
<b>Relativos al mantenimiento y el envejecimiento</b>	Comportamiento inicial Comportamiento después de fatiga envejecimiento Fugas Endurecimiento Degradación microbiana / violeta Inspección de estado

*Elaboración propia a partir de (Sprigle et al. 2001; Reger et al. 2007; NPUAP 2007; International Review 2010)*

Los cojines pueden presentar estructuras diferentes de composición. La más sencilla es la compuesta por dos fases: la cubierta del cojín y el material de relleno. Mientras que las características del relleno condicionan sobre todo el comportamiento de distribución de presiones, la cubierta juega un papel muy importante en el confort térmico (disipación de calor y humedad), en el deslizamiento y en la fricción (Barberà-Guillem 2010b). La figura 1.9 muestra ejemplos de configuraciones diferentes de cojines con base de espuma.

Figura 1.9. Representación de estructuras internas de cojines diferentes con base de espuma

COJÍN	DESCRIPCIÓN
	<p>Cojín con cubierta impermeable. Capa superior refrescante de gel. Cuerpo principal contorneado formado por tres capas de espumas diferentes. Base sólida de posicionamiento. Superficie inferior no deslizante.</p>
	<p>Cojín con cubierta impermeable. El cuerpo está formado por dos capas, una superior viscoelástica y una inferior contorneada de mayor resistencia. En la capa inferior del cuerpo principal tiene una inserción de gel localizada en la zona isquial. La base del cojín tiene una capa no deslizante.</p>
	<p>Cojín multicapa con una cubierta impermeable y de baja fricción. Cuerpo principal formado por tres capas. Superior de espuma viscoelástica, capa intermedia viscoelástica de gel y capa inferior de poliuretano.</p>
	<p>Cojín multicapa con una cubierta elaborada en un tejido de baja fricción e impermeable. Antes de llegar al cuerpo principal tiene una capa impermeabilizante de film de poliuretano y otra devbarrera al fuego. El cuerpo principal está formado por dos espumas viscoelásticas de firmeza diferente.</p>

Fuente: elaboración propia a partir de (Fla Orthopaedics, 2003)

La agrupación de los parámetros de caracterización de los cojines permite clasificar los cojines en diferentes tipologías o categorías. Con respecto a esta posible agrupación (Pierre Dussault, 2004), sin llegar a decantarse por ninguna de ellas, señala la necesidad de establecer un consenso por parte de los prescriptors, usuarios, suministradores y pagadores que permita la adopción de un sistema estándar de clasificación que tuviera en consideración todas las perspectivas. Los apartados siguientes muestran algunas de las clasificaciones más habituales de los cojines, basándose en: (1) los materiales, (2) las necesidades de los usuarios y (3) las funciones.



### 1.3.3.3. Clasificación de los cojines en función de los materiales<sup>4</sup>

Los cojines se fabrican con varios tipos de materiales. Además del lugar que ocupan en la estructura distinguiremos, en función del origen, los materiales naturales de los sintéticos. Entre los naturales destaca el aire y el agua, aunque también es posible encontrar materiales como la lana, el lino o el algodón. Entre los sintéticos destaca el poliuretano, que da forma a distintos tipos de espuma, también podemos encontrar caucho, gel, silicona, látex, poliéster o PVC. La tabla 1.8 da una visión del uso de materiales diferentes en los cojines de acuerdo con su presencia como elementos de relleno o cubierta y su origen natural o sintético.

Tabla 1.8. Ejemplos de uso de materiales naturales y sintéticos en la cubierta y relleno de los cojines

Tipo material	Ubicación en el cojín	
	Cubierta	Relleno
<b>Naturales</b>	• Algodón / Lana / Lino	• Algodón / Lana / Lino / Agua / Aire
<b>Sintéticos</b>	<p><b>Tejidos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nilón o poliéster con (o sin) capa impermeabilizante poliuretano</li> <li>• Piel sintética de oveja de fibras de poliéster</li> </ul> <p><b>Films</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kevlar© como cubierta interior ignífuga</li> <li>• PVC soldado formando una o más cavidades estancas</li> </ul>	<p><b>Fluidos viscosos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gel elastómero</li> <li>• Silicona viscosidades diversas</li> </ul> <p><b>Fibras</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fibras poliéster siliconadas</li> </ul> <p><b>Espumas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Poliuretano y látex</li> </ul> <p><b>Otros</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura 3D colapsable de polietileno</li> </ul>

(Pierre Dussault, 2004) presenta varias formas de clasificar los cojines. La basada en los materiales de construcción y la estructura establece tres grupos:

- Cojines rellenos (aire, agua, gel elastómero y líquidos viscosos)
- Cojines de espuma
- Modelos híbridos

#### Cojines rellenos de materiales fluidos y viscosos

La principal característica de estos cojines es que además de la cubierta, es necesario un continente que recluya de forma efectiva el material de relleno. Dentro de este grupo entran cojines muy diversos, tanto por el tipo de material empleado (aire, agua, gel,

<sup>4</sup> Este punto se ha elaborado a partir de (Pierre Dussault 2004; Barberà-Guillem 2010b)

silicona y otros fluidos viscosos) como por las características de peso, capacidad de distribuir la presión o de difusión de calor, por ejemplo.

Los cojines de aire y de agua son los máximos representantes del grupo de cojines de materiales fluidos. El continente convierte estos fluidos en una masa maleable capaz de acoplarse a la forma de las nalgas. Es muy importante que el nivel de agua y de aire de los cojines sean los adecuados para que el cojín pueda deformarse y aportar un ajuste óptimo a la forma de la persona sentada encima.

De forma específica los **cojines de aire** destacan por ser los más ligeros de este grupo, aunque podemos encontrar configuraciones diferentes: cojines compartimentados o con varias cámaras de aire, cojines en forma de huevera (red o parrilla de puntos). La principal desventaja de los cojines de aire es el riesgo de sobrehinchado o la pérdida de presión, y la necesidad de hacer un mantenimiento. Uno de los cojines de aire más popular es el Roho.

Por su parte, los **cojines de agua** son menos comunes. Las principales desventajas que tienen son su peso y la presencia habitual de fugas. Otros aspectos a mejorar son la pérdida de la forma debido al efecto hamaca, especialmente si el cojín de flotación fluida está formado por una única funda o compartimiento. Algunos usuarios los aprecian mucho porque resultan “frescos”.

Los **cojines de gel** están hechos de materiales como la silicona elastómero, con una viscosidad o consistencia semejante a la de los tejidos humanos presentes en la zona de contacto con el asiento. También se emplean fluidos viscosos de elevada densidad en membranas conformables, que permiten un efecto de modelado personalizado y dan una buena disipación del calor (JAY, OTTOBOCK). La principal pega es el peso, hasta 11 kg, y que algunos modelos tienen también fugas.

#### *Cojines de espuma-látex*

En la actualidad se utiliza una gran variedad de espumas como relleno de los cojines. Una de las distinciones que se suele hacer es si son de celda abierta o cerrada, esto puede condicionar la transpirabilidad pero también el mantenimiento i la limpieza. Otros parámetros importantes de las espumas son la viscoelasticidad (medida por la capacidad de recuperación de la forma) y la densidad. A mayor densidad mayor peso y generalmente mayor índice de elasticidad.

---

Las espumas de poliuretano han sido durante años el material principal empleado en el diseño y fabricación de los cojines, especialmente los destinados para personas con riesgo moderado o bajo de desarrollar úlceras. Otras espumas muy empleadas son las de látex. La principal ventaja de este tipo de productos es el peso reducido, un coste ajustado y un comportamiento a presiones bueno. El principal problema está relacionado con el envejecimiento de estas espumas, envejecimiento que comporta un cambio en las características funcionales, y que en general tienen una baja capacidad de disipación del calor (resultan “calientes”). (Barberà-Guillem et al. 2003) demostró como la fatiga mecánica reducía la viscosidad de las espumas, medida en un valor de histéresis menor.

Existen tres tipos principales de cojines de espuma: cojines planos, cojines con conformados genéricos y cojines personalizados. Las características de redistribución de la presión varían de unos cojines a otros y dependen de las características intrínsecas de la espuma, en función de si se trata de una única espuma o si existen varias capas para los cojines planos, o con forma genérica o personalizada para ajustar la región pèlvica.

#### Cojines híbridos

Los modelos híbridos combinan uno o más materiales de los comentados antes con la finalidad de alcanzar las necesidades específicas del usuario. Existen cojines que incorporan distintos tipos de materiales fluidos, combinaciones de espumas y geles, espumas con fundas de materiales diferentes (lana natural, por ejemplo).

#### *1.3.3.4. Clasificación según la condición de estáticos o dinámicos<sup>5</sup>*

Tanto los cojines rellenos de fluido como los de espuma son elementos estáticos diseñados por reducir la presión en la zona pèlvica de contacto. Los cojines dinámicos se basan en el principio que presiones elevadas locales pueden tolerarse si la duración del contacto no supera ciertos límites. Estos cojines suelen estar formados por varias celdas, los más sencillos por celdas cilíndricas, que van hinchándose y deshinchándose de forma alternante.

Este tipo de mecanismos suele emplearse bastante en colchones dentro de las unidades hospitalarias de mayor riesgo. En el campo de los cojines se usan en menor medida seguramente porque para poder producir esta alternancia de presiones hace falta una bomba de aire y estar conectados a la red eléctrica (o llevar una batería que asegure una

<sup>5</sup>Este punto se ha elaborado a partir de (Pierre Dussault 2004; Barberà-Guillem 2010b)

autonomía importante), cosa que en la práctica imposibilitaría o dificultaría el movimiento de las personas que van en silla de ruedas.

#### *1.3.3.5. Clasificación según las necesidades del usuario*

Esta clasificación se basa en la agrupación de las necesidades prioritarias diferenciadas de los usuarios alrededor de tres conceptos: apoyo, presiones y confort (Smith & Leslie 1990) citado por (Pierre Dussault 2004).

**Apoyo.** La necesidad principal de estos usuarios es tener un buen apoyo corporal para prevenir o compensar deformaciones, al mismo tiempo que mejorar las posibilidades de interacción con el entorno, por ejemplo consiguiendo un buen posicionamiento de la cabeza. Los cojines pensados para las personas con parálisis cerebral, con posibles deformaciones, espasticidad, flaccidez, etc., quedarían incluidos en este grupo.

**Presión.** La necesidad principal de los usuarios es conseguir una reducción de la presión en la zona de contacto cojín-persona. Es evidente que la reducción de esta presión se encuentra en un compromiso con la necesidad de mantener una postura adecuada. Los cojines pensados para las personas con lesión medular en grado diverso estarían incluidos en este grupo.

**Confort.** La necesidad principal de los usuarios es mantener una buena postura en condiciones de confort máximo. Las personas mayores, algunas con discapacidades múltiples o transitorias estarían incluidas en este grupo.

La evolución de esta clasificación es la que permite describir a (Barberà-Guillem 2010b) las tres funciones de los cojines como: posicionamiento, salud y confort. Categorización empleada al inicio de este capítulo, apartado 1.1.2.

#### *1.3.3.6. Clasificación según la función*

Este tipo de clasificaciones se basa en aspectos o características funcionales de los cojines, bien de forma individualizada o bien de forma agrupada. Ejemplos de este tipo de clasificaciones serían la empleada al proyecto FUNCO (Poveda-Puente et al. 2003) o la utilizada por (Staarink 1995). La tabla 1.9 muestra el detalle de estas dos clasificaciones.

**Tabla 1.9. Comparativa de las variables funcionales de análisis de los cojines utilizados por (Poveda-Puente et al. 2003) y (Staarink 1995)**

<b>(Poveda-Puente et al. 2003)</b>	<b>(Staarink 1995)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribución de presiones en la interfaz cojín-persona</li> <li>• Disipación de humedad</li> <li>• Regulación adecuada de temperatura</li> <li>• Reducción de fuerzas transversales o cortante</li> <li>• Amortiguamiento adecuado delante de impactos</li> <li>• Estabilidad correcta</li> <li>• Peso adecuado para manejabilidad</li> <li>• Documentación e instrucciones de uso adecuadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La posición de sedestación (calidad de la distribución de presiones, flexibilidad de las superficies, etc.)</li> <li>• Humedad y temperatura (propiedades del control de la humedad y de la temperatura)</li> <li>• La acción de sentar y de levantarse de la silla de ruedas (vaciados en las zonas sacra, frontal y lateral, fricción, aparición de arrugas y pliegues)</li> <li>• Transporte (peso, dimensiones, portabilidad, etc.)</li> <li>• Mantenimiento (facilidad de limpieza de la funda del cojín, resistencia a los olores)</li> <li>• Durabilidad (de la funda del cojín, resistencia a romperse)</li> <li>• Fiabilidad. Sensibilidad al relleno o al posicionamiento.</li> <li>• Seguridad y resistencia al fuego</li> </ul>

## 1.4. Evaluación de las variables de segundo nivel, interacción

VARIABLES DE ESTE SEGUNDO NIVEL SON, POR EJEMPLO: LA POSTURA ADOPTADA, EL USO DE LOS REPOSABRAZOS, LA DISTRIBUCIÓN DE PRESIONES O LA EVOLUCIÓN DE LA TEMPERATURA Y LA HUMEDAD EN LA INTERFAZ COJÍN-PERSONA. ESTAS VARIABLES SON MAYORITARIAMENTE OBJETIVAS Y CUANTIFICABLES. LAS VARIABLES DE SEGUNDO NIVEL LAS HEMOS CLASIFICADO EN TRES GRUPOS: (1) POSTURA Y ACTIVIDADES DEL USUARIO, (2) PRESIONES, CORTANTES Y MICROCLIMA Y (3) ESTADO Y VIABILIDAD DE LOS TEJIDOS.

DE ACUERDO CON EL MODELO CAUSA-EFECTO, EL VALOR DE ESTAS VARIABLES ES CONSECUENCIA DE UNA CONFIGURACIÓN CONCRETA DE LAS VARIABLES DE PRIMER NIVEL. LOS USUARIOS PRESENTAN UNA DETERMINADA RESPUESTA CORPORAL CORRESPONDIENTE A UN CONJUNTO COJÍN MÁS USUARIO Y ACTIVIDAD DESARROLLADA. AL MISMO TIEMPO, SON LAS RESPONSABLES DE LA RESPUESTA SUBJETIVA DEL USUARIO, CON RESPECTO A LAS MOLESTIAS CORPORALES Y OPINIÓN GENERAL DEL COJÍN, A CORTO Y A LARGO PLAZO (NIVEL TRES).

### 1.4.1. Postura y actividades del usuario

EN EL ÁMBITO DE LA SEDESTACIÓN Y DE LOS COJINES, DESDE LA PERSPECTIVA DE LA PREVENCIÓN, LA POSTURA Y LAS ACTIVIDADES ANALIZADAS SE HAN RELACIONADO HABITUALMENTE CON LAS ADSCRITAS AL LIBERACIÓN Y LA REDISTRIBUCIÓN DE PRESIONES, TAREAS COMO PULSIONES, LATERALIZACIONES O DESPLAZAMIENTOS ADELANTE-ATRÁS. EL PROYECTO CANADIENSE SCIRE, EN LA REVISIÓN DE 2014 SOBRE EQUIPAMIENTO PARA LA MOVILIDAD Y LA SEDESTACIÓN (TITUS ET AL. 2014), REVISÓ QUINCE ESTUDIOS, PUBLICADOS ENTRE 1992 Y 2013, REFERIDOS A LA INFLUENCIA DE LOS CAMBIOS DE LA POSTURA PARA LA GESTIÓN DE LAS PRESIONES, EL POSICIONAMIENTO, LA FATIGA Y EL CONFORT. LA TABLA 1.10 RESUME LOS ASPECTOS MÁS DESTACADOS.

Tabla 1.10. Aspectos destacados de la influencia de los cambios posturales en las medidas de presión

Variable	Valores
<b>Desplazamiento frontal</b>	45° de desplazamiento frontal reduce la presión en la superficie de contacto cojín-persona pero puede provocar un desplazamiento de las tuberosidades isquiáticas sobre la superficie de contacto en sentido contrario
<b>Desplazamiento lateral</b>	15° de desplazamiento lateral reduce la presión en la superficie de contacto cojín-persona pero puede provocar un desplazamiento de las tuberosidades isquiáticas sobre la superficie de contacto en sentido contrario
<b>Pulsiones</b>	Para muchas personas con lesión medular, el uso de las pulsiones verticales es muy probable que no tenga la duración adecuada para gestionar la presión y podría contribuir a daños por carga repetitiva (en los hombros)

Fuente: (Titus et al. 2014)

---

Sobre la silla de ruedas podemos realizar actividades muy diversas, en principio, las mismas que sobre una silla de ruedas de oficina. Hay estudios y trabajos diversos referidos al análisis de las tareas ejercidas desde una silla de ruedas. Entre los que han merecido más atención están los temas relativos a la análisis biomecánico de la impulsión de las sillas de ruedas manuales y otras actividades de los miembros superiores, algunos estudios relativamente recientes son los de (Gil-Agudo et al. 2010; Morrow et al. 2010; Moon et al. 2013; Chow & Levy 2011). Otra área que ha merecido mucha atención, y donde el IBV lleva años trabajando, es la adaptación de los puestos de trabajo desde la perspectiva de la ergonomía, para personas con discapacidad (y por inclusión personas en silla de ruedas) (Tortosa et al. 1999; Ferreras et al. 2003; Ferreras et al. 2007).

Para (Staarink 1995) las personas tienden a adoptar una postura de acuerdo con el tipo de actividad que se desarrolla de forma intuitiva. Esta postura podemos interpretarla mediante análisis fisiológicos y biomecánicos (nivel 2). En la adopción de esta postura influyen elementos como: la ubicación de los elementos de apoyo de la silla en el espacio, la necesidad de una línea de visión y coordinación manos-ojos adecuada o la energía necesaria por mantener esta posición.

Además, (Staarink 1995) identifica dos conceptos antagónicos en la definición de cualquier postura-actividad: la estabilidad y la libertad de movimiento. Así, cuanto más estable es una postura, consecuencia de un mayor apoyo de la parte superior del cuerpo, tendremos menos libertad de movimientos para la cabeza y los brazos. Por contra, cuanto más libertad de movimiento es requerida, más activa deberá ser la postura con la obligación que el cuerpo mantenga en mayor o menor grado el balanceo. La libertad de movimiento es menos importante para posturas de relax. No obstante, un grado correcto de estabilidad es importante de forma que pueda mantenerse completamente la posición sin ningún esfuerzo adicional y que el balanceo no se vea perturbado por cualquier movimiento inesperado, por ejemplo en caso de dormirse.

#### **1.4.2. Presiones, cortantes y microclima**

La introducción al documento (International Review 2010) hace un buen resumen de este conjunto de variables: *«La presión, habitualmente ligada a situaciones con movilidad reducida, ha estado por mucho tiempo el factor extrínseco más importante en el desarrollo de las úlceras por presión. No obstante, estudios más recientes han mostrado que los cortantes, la fricción y el microclima también tienen un papel destacado, y*

que se dan relaciones complejas entre los factores extrínsecos. Por ejemplo, la presión y los cortantes están vinculados estrechamente, y el microclima aumenta la susceptibilidad de la piel y de los tejidos blandos a los efectos de la presión, los cortantes y la fricción». La tabla 1.11 lista algunos de los aspectos más destacados.

Tabla 1.11. Características y parámetros de segundo nivel. Presiones, cortantes y microclima

Prueba objetiva	Comentarios e identificación de variables principales
<b>Distribución de presiones</b>	<p><u>Aspectos positivos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resultan intuitivos y tienen una buena recepción</li> </ul> <p><u>Limitaciones inherentes</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No está verificada la fiabilidad de la medida ni la significación clínica</li> <li>• La forma de la interfaz o el mismo aparato de medida condicionan los valores resultantes</li> </ul> <p><u>Variables derivadas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presiones / Superficies</li> </ul>
<b>Cortantes y fricción</b>	Existen sensores para medir cortantes pero el uso está poco extendido. Los cortantes se calculan teniendo en cuenta los gradientes de variación de los valores de presión.
<b>Microclima</b>	Medida de la temperatura y humedad Consideración del tiempo (períodos dinámicos y de estabilización)

*Elaborado a partir de (Sprigle 2007; Brienza et al. 2001; Vergara Monedero 1998)*

#### 1.4.2.1. Presiones y cortantes

La presión en la interfaz aporta una foto que puede ser utilizada para determinar la eficacia relativa de varios productos y también sirve para optimizar el ajuste de la silla de ruedas. Existen métodos diversos para calcular las presiones en la interfaz cojín-persona. Algunos de ellos implican la medida directa con personas (Gil-Agudo et al. 2009; Ferrarin et al. 2000) y otros el uso de maniquí (Akins et al., 2011; Staarink, 1995). Los estudios de presión realizados con personas, mayormente se han centrado en algún colectivo específico de usuarios de sillas de ruedas como personas con lesión medular (Poveda-Puente et al. 1997; Gil-Agudo et al. 2009) o personas mayores (Geyer et al. 2001). No obstante, no se ha podido identificar ningún cojín que permanentemente ofreciera las presiones más bajas para distintos usuarios (Sprigle & Chung 1989; Ferrarin et al. 2000). (Ferrarin et al. 2000) sugiere que el uso alternante de dos cojines con patrón de distribución de presiones diferentes podría resultar beneficioso. La tabla 1.12 presenta algunos estudios de evaluación de presiones en cojines.



Tabla 1.12. Resultados de evaluación a presiones de diferentes estudios y cojines

Estudio	Descripción de los participantes Número de cojines	
<b>(A. Gil-Agudo et al., 2009)</b>	<b>Resultados</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El cojín de aire de doble compartimiento, dio las presiones máximas más bajas (Presiones máximas = <math>1,41 \pm 1,11</math> N/cm<sup>2</sup>)</li> <li>• El cojín con menor superficie de contacto fue el cojín de aire de perfil bajo (Superficie de contacto = <math>1081,3 \pm 200,6</math> cm<sup>2</sup>)</li> <li>• El cojín que dio la superficie más grande de presión superior a <math>0,80</math>N/cm<sup>2</sup> fue el de espuma-fluido (<math>S_{&gt;0,80} = 174,2 \pm 264,5</math> cm<sup>2</sup>)</li> </ul>	
	<b>Descripción usuarios</b> <b>48 usuarios</b> (10 mujeres y 38 hombres) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lesionados medulares</li> </ul>	<b>Descripción cojines</b> <b>4 cojines en total</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aire perfil bajo y alto</li> <li>• Aire doble compartimiento</li> <li>• Gel + espuma</li> </ul>
	<b>(Stockton &amp; Rithalia, 2009)</b>	<b>Resultados</b> <p>No se encontraron diferencias significativas entre los diversos cojines, los valores de presiones máximas y medias del conjunto de los cojines y usuarios fueron:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presiones máximas <math>0,95 \pm 0,19</math> N/cm<sup>2</sup></li> <li>• Presiones medias <math>0,76 \pm 0,09</math> N/cm<sup>2</sup></li> </ul>
	<b>Descripción usuarios</b> <b>5 usuarios</b> (4 mujeres y 1 hombre) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espina bífida</li> <li>• Enfermedad respiratoria y osteoartritis</li> <li>• Accidente cardiovascular</li> <li>• Artritis reumatoide</li> </ul>	<b>Descripción cojines</b> <b>5 cojines en total</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aire + espuma</li> <li>• Espuma viscoelástica + alta densidad</li> <li>• Gel base acuosa sobre espuma</li> <li>• Gel viscoelástico sobre espuma</li> </ul>
<b>(Ferrarin, Andreoni, &amp; Pedotti, 2000)</b>	<b>Resultados</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El cojín de aire de perfil bajo dio la superficie de contacto menor (Superficie = <math>882 \pm 174</math> cm<sup>2</sup>)</li> <li>• El cojín de espuma-fluido dio la superficie de contacto mayor (Superficie = <math>1053 \pm 195</math> cm<sup>2</sup>)</li> <li>• El rango de presiones máximas, considerando todos los grupos de usuarios juntos, quedó entre: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pmax = <math>1,73 \pm 1,17</math> N/cm<sup>2</sup> del cojín de espuma-gel y</li> <li>• Pmax = <math>1,37 \pm 0,64</math> N/cm<sup>2</sup> del cojín de espuma-fluido</li> </ul> </li> </ul> <p>No se dan diferencias en cuanto a las presiones máximas</p>	
	<b>Descripción usuarios</b> <b>30 usuarios</b> (9 mujeres. 21 hombres) <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 lesionados medulares</li> <li>• 10 personas grandes</li> <li>• 10 esclerosi múltiple</li> </ul>	<b>Descripción cojines</b> <b>4 cojines</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 espuma-gel</li> <li>• 1 fluido viscoelástico</li> <li>• 1 aire</li> </ul>

Por otra lado, Akins et al. (2011) analizó 21 cojines con la finalidad de categorizar su comportamiento a cortantes y a presiones. En este estudio de valoración de cojines en un entorno de laboratorio empleó un maniquí de nalgas y muslos, con el que podían aplicar cargas verticales y desplazamientos en el plano horizontal diferentes.

Es también desde la perspectiva de las presiones y de los cortantes que se ha desarrollado el número más grande de modelos biomecánicos para estimar y comprender los mecanismos de compresión de los tejidos alrededor de las protuberancias óseas y el efecto de diferentes tipologías de cojín (Staarink 1995; Makhous et al. 2007; Olesen 2012). El avance de las matemáticas y la modelación por elementos finitos ha apoyado este tipo de aproximaciones.

#### 1.4.2.2. Microclima

Con respecto a las presiones o la fricción, existe un número muy menor de estudios que evalúen las propiedades térmicas de los cojines (Ferguson-Pell 1998; Pierre Dussault 2004) si bien en los últimos años ha cobrado mayor protagonismo (International Review 2010). El microclima, tiene un impacto importante en la integridad de la piel en la superficie, y está considerado por algunos autores como la causa primera de las lesiones de los tejidos en los estadios 1 y 2 de las lesiones por presión, al mismo nivel que las causadas por la fricción y por los esfuerzos cortantes (ISO/PDTR 16840-9).

Existen sistemas diversos para medir el valor y la variación de la temperatura. El principal problema, en la aplicación a escala clínica es el tiempo (Ferguson-Pell 1998; Sprigle 2007). Así, alcanzar la temperatura de equilibrio, requiere más de una hora (Ferguson-Pell 1998).

Dado que un incremento en la temperatura indica un incremento significativo en el metabolismo tisular, es bastante probable que un cojín que minorara la temperatura consiguiera reducir el riesgo de lesiones isquémicas en los tejidos (Aissaoui et al. 2001). Sin embargo, una elevada conductividad térmica, podría ser una condición negativa cuando la temperatura exterior ambiente es muy baja, como puede pasar en invierno o en algunos lugares fríos, porque los cojines no tendrían un efecto aislante contra el frío (Barberà-Guillem 2010b).

Desde la perspectiva de la humedad, un exceso de humedad debilita la piel y aumenta el coeficiente de fricción de la piel, aumentando el riesgo de lesión por presión, cortante o fricción. Igualmente, si la piel está seca vuelve a ser vulnerable. Ante estas considera-

ciones, (International Review 2010) recomienda, mientras los rangos terapéuticos de humedad en la interfaz cojín-persona no estén identificados, evitar los valores extremos. Cualquier superficie en contacto con la piel puede alterar el microclima mediante el cambio de la ratio de evaporación de la humedad y de disipación de la calor de la piel. La tabla 1.13 muestra resultados de diferentes estudios de variaciones de humedad y temperatura para cojines de tipología diferente, con tiempo de medida comprendidos entre los 30 minutos y las dos horas.

**Tabla 1.13. Resultados de evaluación a microclima de diferentes estudios y cojines**

<b>Estudio</b>	<b>Descripción</b>
<b>(Fisher et al. 1978)*</b>	<b>Temperatura (30 min.)</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los cojines de látex subieron entre 2,3 °C y 2,5 °C</li> <li>• Los cojines de gel mantuvieron constante la temperatura</li> <li>• Los cojines de agua bajaron la temperatura 3,3 °C</li> </ul>
<b>(Stewart et al. 1980)</b>	<b>Temperatura (pasada 1 hora)</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los cojines de espuma y viscoelásticos subieron entre 3,4 °C y 2,8 °C</li> <li>• Los cojines de gel mantuvieron constante la temperatura</li> <li>• Los cojines de agua bajaron la temperatura 2,7 °C</li> </ul>
	<b>Humedad (pasada 1 hora)</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los cojines de espuma aumentaron un 10,4% la humedad relativa</li> <li>• Los cojines de gel aumentaron un 22,8% la humedad relativa</li> <li>• Los cojines de agua aumentaron un 18% la humedad relativa</li> </ul>
<b>(Ferguson-Pell 1998)</b>	<b>Temperatura (pasadas 2 horas)</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El cojín de espuma y el de aire aumentó 6 °C</li> <li>• El cojín de gel aumentó 2 °C</li> <li>• El cojín de agua bajó la temperatura 5 °C</li> </ul>
<b>(Sprigle &amp; Eicholtz 2009)</b>	<b>Temperatura (pasados 40 min.)</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los cojines de espuma (poliuretano/impregnado silicona) subieron aproximadamente 10 °C</li> <li>• El cojín de espuma gel subió 6 °C</li> <li>• El cojín de aire subió 2 °C</li> </ul>
	<b>Humedad (pasada 1 hora)</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los cojines de espuma aumentaron un 10,4% la humedad relativa</li> <li>• Los cojines de hielo aumentaron un 22,8% la humedad relativa</li> <li>• Los cojines de agua aumentaron un 18% la humedad relativa</li> </ul>

*\* La información para estos artículos se ha extraído directamente de los resúmenes publicados.*

Por otra parte, la tabla 1.14 muestra el número de usuarios y de cojines involucrados en cada uno de los estudios anteriores.

**Tabla 1.14. Datos básicas de los usuarios y cojines de los ensayos a microclima**

Estudi	Descripció dels participants	Nombre de cojines
<b>(Fisher et al. 1978)*</b>	<b>10 usuarios sanos</b> 5 hombres i 5 mujeres (20-30 anys)	<b>5 cojines en total</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 cojín de goma-látex con cubierta de nilón-vinilo</li> <li>• 1 cojín de goma-látex con cubierta de poliéster-algodón</li> <li>• 2 cojines de gel</li> <li>• 1 cojín de agua</li> </ul>
<b>(Stewart, Palmieri, and Cochran 1980)*</b>	<b>1 hombre sano</b> (24 anys)	<b>24 cojines en total</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espuma</li> <li>• Espuma viscoelástica</li> <li>• Gel</li> <li>• Agua</li> </ul>
<b>(Ferguson-Pell 1998)</b>	<b>1 hombre sano</b>	<b>4 cojines en total</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aire</li> <li>• Espuma</li> <li>• Gel</li> <li>• Agua</li> </ul>
<b>(S. H. Sprigle &amp; Eicholtz 2009)</b>	<b>1 hombre sano</b>	<b>4 cojines en total</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Escuma-poliuretà</li> <li>• Escuma-silicona impregnada</li> <li>• Escuma-gel</li> <li>• Aire</li> </ul>

*\* La información para estos artículos se ha extraído directamente de los resúmenes publicados.*

Finalmente, la tabla 1.15 muestra los resultados de los rangos de temperatura y humedad de un estudio en el que se realizaron medidas de forma continua durante todo el día. El análisis de la varianza de los datos publicadas, sólo identifica diferencias significativas para el rango de evolución de la temperatura entre el cojín de gel base acuosa y los cojines de aire-espuma y espuma. El rango de variación de la temperatura para los cojines de gel es 6 grados superior.

Tabla 1.15. Comportamiento de los cojines a microclima en períodos largos de tiempo

Estudi	Descripción	
<b>(Stockton &amp; Rithalia, 2009)</b>	<b>Temperatura y humedad (pasado 1 día)</b>	
	Temperatura mínima: 19,6°C, intervalo confianza [18,3-21,0] Temperatura máxima: 30,4°C, intervalo confianza [29,1-31,7] Temperatura variación 10,8°C, intervalo confianza [9,1-12,5]	
	Humedad mínima: 49,5%, intervalo de confianza [45,9-52,8] Humedad máxima: 87,7%, intervalo de confianza [84,7-90,8] Humedad variación: 23,3%, intervalo de confianza [14,9-31,9]	
	<b>Descripción usuarios</b>  <b>5 usuarios</b> (4 mujeres y 1 hombre) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espina bífida</li> <li>• Enfermedad respiratoria y osteoartritis</li> <li>• Accidente cardiovascular</li> <li>• Artritis reumatoide</li> </ul>	<b>Descripción cojines</b>  <b>5 cojines en total</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aire + espuma</li> <li>• Espuma viscoelástica + alta densidad</li> <li>• Gel base acuosa sobre espuma</li> <li>• Gel viscoelástico sobre espuma</li> </ul>

### 1.4.3. Estado y viabilidad de los tejidos

Desde el punto de vista de la viabilidad tisular, lo que pone en peligro los tejidos no es tanto la presión sino la falta de llegada de nutrientes y oxígeno a los tejidos. Por tanto, lo importante será conseguir información de estas variables. Técnicas diversas permiten medir la reacción de los tejidos ante la aplicación de una carga o presión: tensión transcutánea de oxígeno (TcPO<sub>2</sub>), Flujometría con Láser Doppler (LDF), termografía, análisis biomecánicos transcutáneos, propiedades de propagación de ultrasonidos o tratamiento de imágenes. El principal problema de ellas es la dificultad para obtener información de los tejidos en zonas profundas. La tabla 1.16 lista alguna de ellas.

Tabla 1.16. Características y parámetros de segundo nivel. Viabilidad de los tejidos

Prueba objetiva	Comentarios e identificación de variables principales
<b>Estado de los tejidos</b>	Tensión transcutánea de oxígeno (TcPO <sub>2</sub> ) Tensión transcutánea de dióxido de carbono (TcPCO <sub>2</sub> ) Flujometría con Láser Doppler (LDF) Termografía Análisis biomecánicos transcutáneos y en vivo Propiedades de propagación de ultrasonidos Diversas técnicas de tratamiento de imágenes Espectrometría Micro-díálisis Análisis del azúcar Impedancia
<b>Deformación de los tejidos</b>	Examinación visual Palpación Sensores de deformación Resonancia magnética
<b>Esfuerzos y actividad muscular</b>	Actividad muscular en diferentes zonas

*Elaborado a partir de (Sprigle 2007; Brienza, Geyer, and Karg 2001; Vergara Monedero 1998)*

El proyecto PUMA<sup>6</sup>, coordinado por El IBV, incorpora una medida de la viabilidad tisular, basada en los valores obtenidos de impedancia, como elemento adicional de información para permitir al usuario tomar las decisiones más oportunas sobre (re)posicionamiento en una silla de ruedas basculante, juntamente la medida de presiones y temperatura.

<sup>6</sup><http://puma.ibv.org/>

## 1.5. Evaluación de las variables de tercer nivel, consecuencias

Los parámetros de segundo nivel son objetivos y cuantificables, y cuando se supera un determinado valor límite de estos parámetros, se producen sensaciones de incomodidad y molestias en determinadas zonas del cuerpo (parámetros de tercer nivel). Fruto de la interacción cojín-persona también se producen otras «consecuencias» más allá de la incomodidad o presencia de molestias puntuales, la tabla 1.17 hace un resumen.

Tabla 1.17. Características y parámetros de tercer nivel

Prueba objetiva	Comentarios e identificación de variables principales
<b>Valoración de confort y percepción</b>	<p><u>Percepciones y sensaciones</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Confort (general y térmico)</li> <li>• Entumecimiento</li> <li>• Fatiga</li> <li>• Dolor</li> <li>• Molestias</li> <li>• Evaluación de bienestar general y referida a partes específicas del cuerpo</li> <li>• Comentarios libres personales</li> </ul> <p><u>Aspectos a considerar</u></p> <p>El ajuste de los elementos del sistema de apoyo corporal (reposabrazos, reposapiés, ángulos de asiento y respaldo), así como los mismos ajustes del cojín (más o menos hinchado de aire)</p>
<b>Valoración de la salud</b>	<p><u>Variables</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incidencia y prevalencia de úlceras</li> <li>• Estado de la piel (palpación clínica, observación)</li> </ul> <p><u>Aspectos a considerar</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de ensayo (ensayo clínico aleatorizado)</li> <li>• Experiencia por parte del personal clínico (experiencia y razonamiento)</li> </ul>
<b>Valoración global del cojín</b>	<p><u>Percepciones y sensaciones</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atractivo y estética</li> <li>• Experiencia de uso</li> <li>• Función o habilidad para realizar las actividades de la vida diaria</li> <li>• Función o habilidad por realizar las actividades específicas de la silla de ruedas (transferencias, impulsiones, pulsiones y otros movimientos preventivos)</li> <li>• Juicios del usuario</li> <li>• Estabilidad percibida</li> </ul>

*Elaborado a partir de (Sprigle 2007; Brienza et al. 2001; Vergara Monedero 1998)*

Siguiendo el esquema causa-efecto de los tres niveles de evaluación a continuación se desarrollan con más detalle los aspectos de percepción, salud y desempeño de las actividades.

### 1.5.1. Percepción

Uno de los aspectos claves de la percepción es la sensación de confort. La sensación de confort se ha definido muchas veces como la ausencia de desconfort, relativa a la sensación desagradable de dolor y presión en músculos, articulaciones y otras partes del cuerpo (Staarink 1995). (EnableNSW & Lifetime Care & Support Authority 2011) va más allá a la hora de definir el confort: *«El desconfort de la persona en la silla de ruedas puede comportar insatisfacción, reducción de la calidad de vida, dificultad por utilizar la silla de ruedas y posturas deficientes, así como tener un impacto negativo en la vida diaria (actividades y participación). No obstante, este aspecto de utilización de la silla de ruedas es complejo para que el confort se encuentra influenciado por factores personales y constructos subjetivos. Confort es un concepto de difícil definición. El confort puede ser una sensación física, un estado psicológico o ambos. Confort no es el mismo que ausencia de dolor. Además, los elementos que aportan confort a una persona pueden no hacerlo a otra»*.

Existen herramientas específicas por medir el confort en población en silla de ruedas como la TAWC, Tool for Assessing Wheelchair Discomfort (Crane et al. 2004). Esta herramienta ha sido validada desde la perspectiva de la fiabilidad, consistencia, validez y sensibilidad (Crane et al. 2004). Este baremo valora tanto aspectos de confort relativos a la presencia de dolor, como sensación relacionadas con la humedad y la temperatura o con la calidad de la sedestación. Aún y con la existencia de escalas específicas por valorar el confort de la sedestación en silla de ruedas, existen pocos estudios donde la percepción de los usuarios sea un elemento clave de análisis.

Para (Staarink, 1995) el confort es una percepción individual dependiendo del tiempo. Así, un cojín percibido inicialmente como blando, pasado cierto tiempo podría ser percibido como llevar. De la misma forma, el criterio diferenciado de las personas podría hacer que un cojín duro e incómodo fuera percibido por alguna persona como satisfactorio y confortable.

La tabla 1.18 recoge tres ejemplos de la evaluación del confort de la sedestación entre los usuarios de silla de ruedas. Presenta una herramienta específica la TAWC (EnableNSW & Lifetime Care & Support Authority 2011), y dos estudios donde se tuvo en cuenta la percepción de los usuarios respecto los cojines (Shetchtman et al. 2001; Stockton & Rithalia 2009).



Tabla 1.18. Ejemplos de evaluación del confort de la sedestación en población en silla de ruedas

Article	Paràmetres de valoració del confort
<b>(Crane et al. 2004)</b>	<p><b>TAWC – Tool for Assessing Wheelchair Discomfort</b></p> <p>Esta herramienta comprende tres formularios. El primero recopila información general. El segundo evalúa aspectos específicos de confort como la presencia de dolor, la sensación de humedad o la calidad de la postura a partir de frases como «Siento que el posicionamiento no es correcto». Cada una de las frases sugeridas el usuario las valora en una escala que va del totalmente en desacuerdo a absolutamente de acuerdo, en un total de siete niveles. El tercer formulario, valora de 0-10 la incomodidad presente en cada una de las partes del cuerpo, siendo 0 confortable y 10 altamente incómodo.</p>
<b>(Stockton &amp; Rithalia 2009)</b>	<p>A partir de preguntas específicas los usuarios valoran la percepción respondiendo en una escala de cuatro grados que iba del nunca al frecuentemente. Los elementos valorados eran los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Siente dificultad para realizar las transferencias?</li> <li>• ¿Te hace sentir sudado, caliente, frío, estable?</li> <li>• ¿Incrementa el riesgo de caer?</li> <li>• ¿Te deja en una postura que es difícil de cambiar?</li> </ul>
<b>(Shetchtman et al. 2001)</b>	<p>Evalúa el nivel general del confort para cada uno de los cojines, en una escala que comprendía 5 niveles. 1. muy incómoda, 2. moderadamente incómoda, 3 Confortable, 4. Muy confortable y 5. Extremadamente confortable.</p> <p>La evaluación de los cojines por parte de los usuarios se hacía a los 4 minutos de uso.</p>

### 1.5.2. Salud

Este apartado repasa: (1) el conocimiento de las úlceras por presión, (2) como afectan a las personas en silla de ruedas y (3) el coste. Toda esta información se enmarca dentro de una perspectiva epidemiológica.

#### 1.5.2.1. La importancia de recurrir a un enfoque epidemiológico

##### El marco epidemiológico

Itoh, M. & Lee, M. (1993) hace tiempo que identificó el interés y necesidad de aplicar las herramientas de investigación epidemiológica de forma sistemática al ámbito de la rehabilitación y la discapacidad. Una forma sencilla de entender como funciona la aproximación epidemiológica a las úlceras por presión es comparándola con una gripe. La tabla 1.19 muestra esta comparativa aplicando los conceptos de epidemiología y los parámetros agente, huésped y entorno.

Tabla 1.19. Comparativa desde la perspectiva epidemiológica de una gripe y de una úlcera por presión

	Gripe	Úlceras por presión
<b>Agente</b>	Virus, dosis y frecuencia Efecto vacuna	Presión, humedad y temperatura Efecto acumulativo
<b>Huesped</b>	Edad, constitución del cuerpo, inmunidad, educación, hábitos, costumbres, estado psicológico	
<b>Entorno</b>	Aspectos físicos, biológicos, socioeconómicos, políticos	

Fuente: (Barberà-Guillem et al. 2006)

Aplicar el marco epidemiológico a las úlceras por presión y a los cojines aporta dos elementos clave: el primero, la posibilidad de trabajar en los espacios diferenciados de identificación del riesgo, de prevención y tratamiento; y el segundo, la creación de una visión global, en que los cojines pasan de ser un elemento aislado a convertirse en una pieza más del puzzle de la prevención (Barberà-Guillem et al. 2006). A continuación se explican estos ámbitos de actuación para los cojines.

#### Identificación del riesgo de desarrollar úlceras por presión

El paso primero para evitar las úlceras por presión es identificar el riesgo. Con esta finalidad se han creado escalas diversas de valoración del riesgo de desarrollar úlceras por presión. En general, su uso ha sido muy apreciado y extendido en la práctica clínica porque permitían mejorar el cuidado y el confort del paciente, prevenir la prolongación de las hospitalizaciones, optimizar el trabajo en la atención comunitaria, reducir costes innecesarios o utilizarlas como instrumentos pedagógicos (Torra i Bou, J.E. 1998). Algunos trabajos recientes señalan las limitaciones de estas y proponen herramientas alternativas (Houghton et al. 2013; International Review 2010).

La tabla 1.20 describe la significación de cada uno de los elementos de valoración de la escala de Braden, una de las más destacadas de la bibliografía, juntamente la escala de Norton por estar más validadas y por haber sido el punto de partida de otras desarrolladas posteriormente (Torra i Bou, J.E. 1997). La escala de Braden-Bergston analiza seis puntos: (1) percepción sensorial, (2) exposición a la humedad, (3) actividad, (4) movilidad, (5) nutrición, (6) fricción y peligro de lesiones cutáneas. Cada uno de estos parámetros puede tomar 4 valores entre el 1 (riesgo máximo) y el 4 (riesgo mínimo). La escala de Braden da valores entre 5 y 23 correspondientes a tres niveles de riesgo: elevado (valoraciones menores de 13 puntos), moderado (valoraciones de 13 y 14 puntos), bajo (valoraciones mayores 14 puntos).

Tabla 1.20. Significación de la puntuación de la escala Braden-Bergston de Riesgo de desarrollar úlceras por presión.

Punt.	Percepció sensorial	Exposició a la humitat	Activitat	Mobilitat	Nutrició	Risc lesions cutànies
1	Completament limitada	Constantment humida	Enllitat	Completament immòbil	Molt pobre	Problema
2	Molt limitada	Humida amb freqüència	En cadira	Molt limitada	Probablement inadequada	Problema potencial
3	Lleugerament humida	Ocasionalment humida	Deambula ocasionalment	Lleugerament limitada	Adequada	No existeix problema aparent
4	Sense limitacions	Rarament humida	Deambula freqüentment	Sense limitacions	Excel·lent	

Fuente: (Torra i Bou, J.E. 1997).

### Prevenció de las úlceras

Para los usuarios de sillas de ruedas, existe consenso sobre la recomendación del uso **de los cojines como** elementos de protección (Hsieh, Jane et al. 2014; Sonenblum & Sprigle 2011). Sin embargo, el uso de superficies preventivas no es condición suficiente para asegurar la ausencia de úlceras. El 38.5% de los pacientes de atención primaria que tenían úlceras sí que empleaban cojines y colchones específicos (Ramón Cantón, C. & Torra i Bou, J.E. 2003).

La **terapia postural** es, juntamente el uso de cojines, una de las estrategias más habituales para la prevención de la aparición de las úlceras por presión entre los usuarios de silla de ruedas. No obstante, su ejecución efectiva por parte de las personas en silla de ruedas presenta algunas dificultades (Hsieh, Jane et al. 2014): (1) limitación en la estabilidad del tronco, en las funciones motoras y en la capacidad sensorial; (2) limitación del tiempo que pueden mantener una pulsación si comparamos con el tiempo necesario para conseguir la recuperación del flujo sanguíneo en descarga<sup>7</sup> y (3) necesidad de ayuda de otra persona para que los ayude en la terapia postural.

La **formación** y la **información** son importantes para los usuarios, familiares y cuerpo sanitario, que asesora en la selección del mejor cojín. Esta información debe estar dirigida a entender el mecanismo de formación de las úlceras para poder introducir las mejores estrategias personalizadas a cada usuario. Un estudio sobre los conocimientos de enfermería relacionados con las úlceras por presión citaba que el 59,1% de los DUE pensaban que los flotadores eran una buena medida preventiva, cuando esta práctica ya había estado sobradamente descartada en el momento de la encuesta (Esperón, JA

<sup>7</sup> Alguns autors han estimat aquest temps en 1 minut i 51 segons (Coggrave and Rose 2003).

2004). Otras prácticas inapropiadas que pueden causar daños, o como mínimo resultar ineficaces, son dejar las personas en posturas perjudiciales durante períodos prolongados de tiempo o realizar masajes en zonas enrojecidas de la piel (International Review 2010).

### Tratamiento de las úlceras

Identificar el riesgo es el primer paso para poder prevenir, pero si la prevención fracasa o la identificación se realiza cuando ya ha aparecido la úlcera por presión, se deberá recurrir al tratamiento. Sobre las úlceras por presión hablamos en el apartado siguiente.

#### 1.5.2.2. *¿Qué sabemos de las úlceras por presión?*

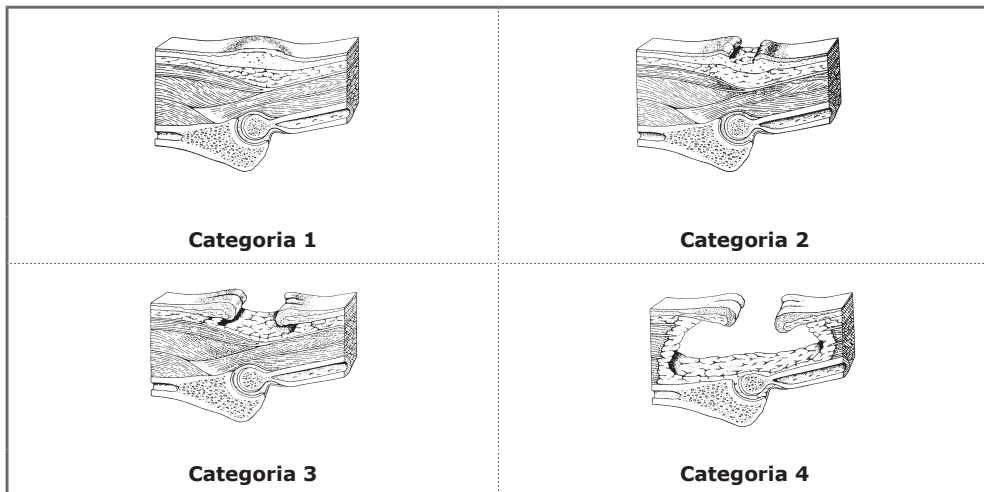
Una úlcera por presión puede producirse en muy pocas horas y tardar meses al curarse (Ramón Cantón, C. & Torra i Bou, J.E. 2003). En la actualidad existen manuales que presentan de forma jerarquizada, en función del grado de evidencia, recomendaciones y buenas prácticas en el tratamiento de las úlceras por presión (SAS 2007; RNAO 2007; EPUAP-NPUAP 2009; Houghton et al. 2013; Hsieh, Jane et al. 2014). Si bien la literatura referencia que el 95% de las úlceras por presión son prevenibles (Soldevilla, J.J. 1999), no hemos identificado en la literatura estudios concretos que avalen este valor, si bien, el sentimiento general de los expertos es que la mayoría de las úlceras por presión son evitables (Black et al. 2007). Esta “evitabilidad” también ha sido refrendada en los juzgados; en EEUU el 75% de los casos demandados acabaron con una indemnización (Ramón Cantón, C. & Torra i Bou, J.E. 2003).

(EPUAP-NPUAP 2009)<sup>8</sup> define las úlceras por presión como *una lesión localizada en la piel o el tejido subyacente generalmente sobre una prominencia ósea, como resultado de la presión, o la presión en combinación con la cizalla. Algunas* definiciones más antiguas señalan la importancia del tiempo de aplicación de la presión y la calidad multifactorial de las úlceras (Bea Muñoz, M. et al. 1995; Brienza et al. 2001). A lo largo de la historia se han empleado diferentes categorizaciones para clasificar las úlceras por presión. Actualmente, la definición en cuatro categorías o estadios es la más difundida y aceptada (EPUAP-NPUAP 2009). La figura 1.10 representa estas cuatro categorías que van desde una mancha que no palidece a la pérdida total del grueso del tejido que podría afectar las estructuras de apoyo como tendones o cápsula articular.

---

<sup>8</sup>NPUAP-EPUAP estas siglas se refieren a los acrónimos ingleses del grupo americano de expertos en úlceras por presión *National Pressure Ulcer Advisory Panel* y el grupo consultivo europeo *European Pressure Ulcer Advisory Panel*

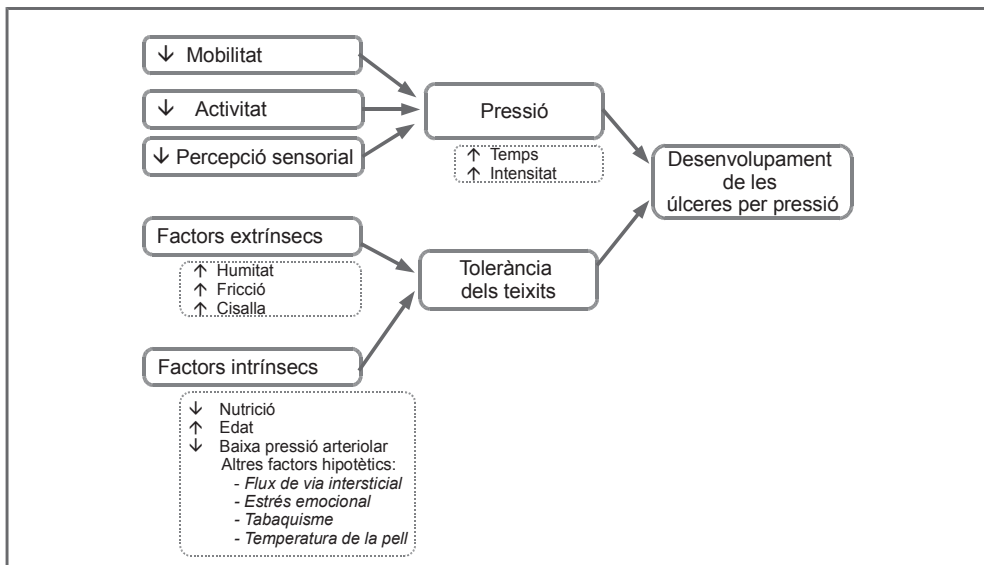
Figura 1.10. Representación simplificada de la clasificación en cuatro categorías de las úlceras



Fuente: (EPUAP-NPUAP 2009; Reuler, J.B & Cooney, T.G 1986)

Existen modelos diversos para describir el mecanismo de aparición de las úlceras, utilizados también para establecer y monitorizar estrategias de prevención. Uno de los modelos más conocidos es el de las enfermeras Braden-Bergstom (figura 1.11).

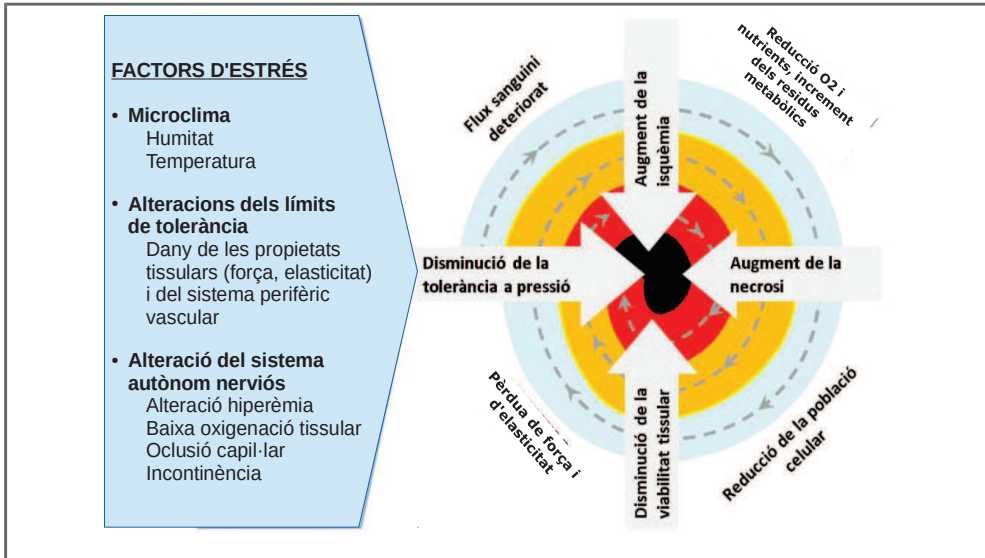
Figura 1.11. Esquema conceptual Braden-Bergstrom sobre la etiopatogènia de las úlceras por presión



Fuente: (Torra y Toro, J.E. 1997), (Ramón Cantón, C., Salvador Guadayol, C., and Torra y Toro, J.E. 2000)

En él el agente causal principal es la presión, definida por la intensidad y el tiempo de aplicación. En otros modelos, como en el usado en el proyecto PUMA (figura 1.12) se presenta como agente causal la alteración del flujo sanguíneo acompañado de factores estresantes.

Figura 1.12. Esquema conceptual del proyecto PUMA sobre la etiopatogenia de las úlceras por presión



Indistintamente de los modelos de aproximación, muchos de los factores de riesgo o de estrés señalados están presentes entre los usuarios de silla de ruedas, como por ejemplo: (1) movilidad y actividad general reducida; (2) capacidad de percepción sensorial minorada; (3) periodos largos de aplicación de presiones, combinados con presencia de esfuerzos de fricción y cizalla; o (4) presencia de humedad vinculada también a situaciones de incontinencia.

### 1.5.2.3. ¿Como afectan las úlceras por presión a las personas en silla de ruedas?

Las úlceras afectan a las personas que las sufren de forma distinta y afectan ámbitos diversos: (1) sociales (estigmatización y aislamiento social por pérdida de independencia, impedimento para asistir al puesto de trabajo); (2) personales (disminución de la calidad de vida, empeoramiento de la imagen personal, depresión); y (3) de salud (disminución de la salud física general, dolor, empeoramiento de la enfermedad subyacente,

alargamiento del proceso de recuperación o incluso la muerte por infección fatal).(Davies, K. et al. 1991; Essex, HN et al. 2009; Bogie et al. 2012).

Las principales variables para medir las úlceras por presión son la incidencia y la prevalencia. La **prevalencia** y la **incidencia** son los parámetros básicos que emplea la epidemiología para estimar la frecuencia de las enfermedades u otros problemas de salud en la población (Torra i Bou, J.E. 1998). La **prevalencia** mide la proporción de personas que en un área geográfica y período de tiempo establecido sufren una determinada enfermedad. La **incidencia**, por su parte, mide el número de casos nuevos que surgen en un área geográfica y período de tiempo determinado.

La tabla 1.21 resume los valores más destacados de la revisión de 2014 sobre úlceras por presión entre lesionados medulares, elaborada por el proyecto SCIRE<sup>9</sup>, donde citan un total de nuevo estudios, publicados entre 1996 y 2012, con diferentes valores registrados de incidencia y prevalença (Hsieh, Jane et al. 2014).

**Tabla 1.21. Variables y valores más destacados de la presencia de las úlceras por presión en población con lesión medular**

Variable	Valores
Grado de prevalencia anual	Del 10,2% al 38%
Picos de prevalencia	Finalizados 15 años para lesiones incompletas, en estudios de seguimiento hasta 20 años se observa reducción
Incidencia	28,2% en pacientes con lesión medular no traumática 71,8% pacientes con lesión medular traumática
Distribucio por estadios	75% estadios I y II, siendo el estadio II el más frecuente 25% estadios III y IV
Localización	Sacro, lugar más frecuente
Muerto	7-8% personas con úlceras severas mueren por complicaciones relacionadas
Prevención continua	Posible relajación hacia los 15 años

*Fuente: (Hsieh, Jane et al. 2014)*

Estos valores serían consistentes con los presentados por (Poveda-Puente et al. 1998) que daba un valor medio de incidencia de las úlceras por presión de un 15% para las personas que participaran en el estudio, con valor mínimo del 5% para las personas con miocentesis y un valor máximo del 38% para las personas con espina bífida. Los usuarios con paraplejía tenían un 14% y los que sufrían tetraplegia tenían un 23%.

<sup>9</sup>Spinal Cord Injury Rehabilitation Evidence. [www.scireproject.com](http://www.scireproject.com)

1.5.2.4. ¿Cuanto cuestan las úlceras por presión?

Diversos estudios han estimado el coste del tratamiento de las úlceras por presión. A veces, el cálculo del coste se ha realizado según el grado o estadio de la úlcera, o diferenciando entre el coste atribuible al material fungible y el correspondiente a horas de enfermería (Bennet, G. et al. 2004; Soldevilla Agreda et al. 2006). El proyecto PUMA estimaba en 2012 para Europa un coste en el tratamiento de las úlceras por presión de unos 20B€. El GNEAUPP<sup>10</sup> el año 2006 estimaba un coste de tratamiento de las úlceras por presión España de 461M€, cantidad superior al 5% de la gasto sanitario anual (Soldevilla Agreda et al. 2006). A partir de estos datos podemos estimar para el ámbito valenciano un coste de entre 60 y 200 M€, según nos acercamos más a la estimación conservadora de la GNEAUPP o cojamos los datos Europeas del PUMA, más en consonancia con los costes publicados para otros países europeos (Bennet, G. et al. 2004).

La tabla 1.22 muestra el coste (económico y en tiempo) del tratamiento de las úlceras por presión en función de su estadio, así como el coste adicional cuando aparecen algunas complicaciones: colonización (infección de la herida), celulitis (crecimiento anómalo de la piel) u osteomielitis (infección de los huesos). La principal componente de este coste es el tiempo de cuidado de enfermería, desde un 61% para úlceras de estadio III e IV a un 96% para úlceras en estadios I y II (Posnett, John 2003).

Tabla 1.22. Tiempo medio de cuidado en días, coste previsto de curación normal y coste adicional por episodio en curación retrasada. Coste referidos en Reino Unido

Estadi de la UPP	Distribució per estadis	Temps curació	Cost curació normal	Cost adicional curació retardada		
				Colonització	Cel·lulitis	Osteomielitis
<b>Grau 1</b>	34.9%	28	1.080£	-	-	-
<b>Grau 2</b>	41.2%	94	3.900£	390£	900£	-
<b>Grau 3</b>	12.9%	127	6.500£	440£	1.900£	16.500£
<b>Grau 4</b>	11.0%	155	7.900£	440£	1.900£	16.500£

Fuente:(Posnett, John 2003).

Existe consenso con respecto al hecho que el coste de la prevención de las úlceras por presión es menor que el de su tratamiento (Lapsley, HM & Vogels 1996; Keller, B.P.J.A et al. 2002; García, F.P. et al. 2002; Dunn & Stander 2008). Este consenso se rompe cuando se intenta establecer la diferencia de coste entre tratamiento y preven-

<sup>10</sup>GNEAUPP. Grupo Nacional para el Estudio y Asesoramiento en Úlceras por Presión y heridas crónicas. (<http://www.gneaupp.es/>)



---

ción. Los datos publicadas oscilan entre las estimaciones más conservadoras, que igualan el coste del tratamiento y la prevención; a los más optimistas que dicen que la prevención supone un ahorro entre 10,6 y 19,4 veces el coste del tratamiento (Thomson & Brooks 1999).

### ***1.5.3. Desempeño de la actividad***

Desde el punto de vista de las consecuencias de la interacción cojín-persona, cuando hablamos de la evaluación de las actividades nos referimos al desempeño de la actividad o con la calidad con la que el usuario puede ejecutarlas. ¿Está el cojín facilitando estas actividades o por el contrario está añadiendo dificultad? Por ejemplo, un cojín demasiado elevado, impediría, que la persona pusiera bajo la mesa las piernas. O un cojín que provocara una inclinación del usuario hacia detrás podría dificultar que la persona pudiera sacar la comida del horno al añadir un esfuerzo adicional. (Stockton and Rithalia 2009) recogía este tipo de valoraciones con frases espontáneas por parte de los usuarios:

- «Estoy demasiado inclinado, no puedo reclinar me hacia delante a coger los platos, me toca hacerlo todo desde la parte de detrás de la silla»
- «Demasiado estable, me impide moverme»
- «Me dificulta las transferencias, hacia y desde la silla de ruedas»
- «Se trata de un cojín delgado y me permite poner las piernas bajo la mesa»

## 1.6. Evaluación de las interacciones entre niveles

El modelo causa-efecto basado en tres niveles, es un modelo muy potente, que ha demostrado ser viable en ámbitos diferentes (García et al. 1992; Vergara Monedero 1998; García et al. 2001; Solaz 2005). No obstante, en la revisión bibliográfica sólo hemos encontrado un par de artículos que lo incorporen en la evaluación, incluyendo la percepción de los usuarios (Shetchtman et al. 2001; Stockton & Rithalia 2009).

El estudio de (Stockton & Rithalia 2009) evalúa cuatro cojines, sobre los que mide el resultado de la interacción referida a las variables de presión, humedad y temperatura durante un período de una semana. A los usuarios les pregunta sobre la percepción de confort incidiendo en aspectos diversos. Las conclusiones de este estudio son que los usuarios no siempre escogen el cojín con menores presiones ni que temperaturas elevadas se encuentran necesariamente vinculadas a valores de incomodidad. La tabla 1.23 muestra los aspectos más relevantes atendiendo a la clasificación de los tres niveles.

Tabla 1.23. Los tres niveles de evaluación en el estudio de (Stockton & Rithalia 2009)

Prueba objetiva	Comentarios e identificación de variables principales
<b>Variables de 1<sup>er</sup> nivel</b>	<p><b>4 cojines con</b> las características siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Saco de aire cerrado en espuma</li> <li>• Espuma viscoelástica sobre base de espuma de alta densidad</li> <li>• Gel de base de agua con espuma</li> <li>• Gel viscoelástico más base de espuma</li> </ul> <p><b>5 usuarios</b> con las características siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (1 hombre y 4 mujeres)</li> <li>• 43-84 años (63,8 ± 15.1)</li> <li>• 10-16 horas de sedestación por día (14 ± 2,83)</li> </ul>
<b>Variables de 2<sup>o</sup> nivel</b>	<p>Presión cojín-persona                      Temperatura (medida interior cojín)                      Humedad (medida interior cojín)</p>
<b>Variables de 3<sup>er</sup> nivel</b>	<p>A partir de un cuestionario valora aspectos diferentes del confort:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Dificulta las transferencias?</li> <li>• ¿Te hace sentir sudado, caliente, frío, estable?</li> <li>• ¿Incrementa el riesgo de caída?</li> <li>• ¿Te deja en una postura que es difícil de cambiar?</li> </ul>
<b>Protocolos</b>	<p>Los usuarios utilizaban los cojines sensoritzats durante una semana haciendo las actividades habituales.</p>

Fuente: (Stockton & Rithalia 2009)

Por su parte el estudio de (Shetchtman et al. 2001) presenta el resultado de la evaluación, desde la perspectiva de confort y percepción, de seis cojines por parte de 40 usuarios de sillas de ruedas. En este estudio se mide la presión en la interfaz persona-cojín (pasados 5 minutos). Los resultados de este estudio sugieren que además de las presiones existen otros factores que contribuyen a la percepción del confort. Estos factores serían la posición, la estabilidad, la distribución de presión, y la adecuación particular del cojín a la persona. Los resultados también indicaban que el índice de masa corporal no influía en la percepción de confort del cojín. La tabla 1.24 muestra los aspectos más relevantes atendiendo a la clasificación de los tres niveles.

**Tabla 1.24. Los tres niveles de evaluación en el estudio de (Shetchtman et al. 2001)**

Prueba objetiva	Comentarios e identificación de variables principales
<b>Variables de 1<sup>er</sup> nivel</b>	<p><b>6 cojines</b> con las características siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espuma-gel, preforma</li> <li>• Espuma-fluido, preforma</li> <li>• Espuma, preforma</li> <li>• Aire, perfil alto</li> <li>• Aire, perfil bajo</li> <li>• Plástico estructura de panal de abejas</li> </ul> <p><b>40 usuarios</b> con las características siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 18 mujeres y 22 hombres</li> <li>• 59 ± 18 años</li> </ul>
<b>Variables de 2<sup>o</sup> nivel</b>	<p>Presión cojín-persona Número de sensores activados de la manta de presiones</p>
<b>Variables de 3<sup>er</sup> nivel</b>	<p>Valoración del confort de acuerdo con una escalera likert con 5 categorías: 1- Muy incómodo, 2- Moderadamente incómodo, 3 – Cómodo, 4 – Mucho cómodo, 5 – Extremadamente Cómodo</p>
<b>Protocolos</b>	<p>Los usuarios utilizaban los cojines durante 5 minutos de forma aleatorizada, tiempo durante el que se tomaban las medidas de presión y se preguntaba sobre el confort (minuto 4).</p>

*Fuente: (Shetchtman et al. 2001)*

### 1.6.1. Interacciones entre nivel 1 y nivel 2, variables de caracterización e interacción

Uno de los trabajos que ha enumerado más claramente las relaciones entre estos dos niveles es (Staarink 1995), si bien no llega a cuantificarlas, más allá de ofrecer algunos rangos angulares de referencia para la relación entre la postura y la actividad. La tabla 1.25 recoge algunas de las relaciones identificadas en este trabajo.

Tabla 1.25. Relaciones entre las variables de los niveles 1 y 2

Área	Descripción
<b>Postura / actividad</b>	<p>La adecuación de una postura para una actividad particular depende de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la línea de visión requerida y por tanto de la posición de la cabeza en el espacio</li> <li>• de la relación entre estabilidad y libertad de movimientos de la parte superior del tronco.</li> </ul> <p>El cojín soporta el cuerpo y posiciona la pelvis, influyendo en la cadena corporal pelvis-tronco-cabeza y extremidades y facilitando (o no) la realización de una serie determinada de actividades.</p>
<b>Postura / carga</b>	<p>La postura influye en la forma de interactuar con el entorno y en la realización de actividades como empujar, tirar o elevar.</p> <p>El principio ergonómico que debe perseguir cualquier combinación de postura y carga debería ser minimizar la carga sobre el cuerpo y no superar en ningún caso la capacidad de carga.</p>
<b>Diseño cojín / distribuciones de presiones</b>	<p>Un asiento con buenas cualidades de distribución de presión intentará mantener el nivel de presión en la zona isquiática el más bajo posible. Esto se puede conseguir empleando el área alrededor de las tuberosidades isquiáticas para maximizar el efecto de absorción de carga intentando agrandar el área de aplicación de carga. Esta es una función del cojín.</p>

Fuente: elaborado a partir de (Staarink 1995)

Para (Staarink 1995) el cuerpo humano tiene propiedades que le permiten distribuir y compensar las presiones externas o de contacto. Estas propiedades se maximizan cuando la superficie de apoyo no deforma la estructura de los tejidos. Probablemente este es el motivo por el que algunos estudios han podido mostrar que los cojines con preforma reducen las presiones por comparación a los cojines planos (Sprigle & Chung 1989; Tasker et al. 2014).

Desde la perspectiva del microclima, estudios diversos han mostrado que los cojines de agua son los que tienen mayor capacidad de absorción de calor, y dan temperaturas más bajas en la interfaz persona-cojín (Ferguson-Pell 1998; Fisher et al. 1978; Stewart et al. 1980).

### 1.6.2. Interacciones entre nivel 2 y nivel 3, variables de interacción y percepción

Con las relaciones entre los niveles 2 y 3 ocurre lo mismo que habíamos visto en el punto anterior. En este caso, vuelve a ser (Staarink 1995) el que mejor ha enumerado estas relaciones, sin llegar a cuantificarlas. La tabla 1.26 recoge algunas de las relaciones identificadas en este trabajo y otros.

Tabla 1.26. Relaciones entre las variables de los niveles 2 y 3

Área	Descripción
<b>Presiones – cortantes / úlceras</b>	La aplicación de presión y cortantes provoca lesión tisular. El tiempo de aplicación de la carga es un parámetro importante, hasta el punto que cargas bajas podrían provocar también lesiones si son aplicadas el tiempo suficiente (ISO/PDTR 16840-9).
<b>Posición / confort</b>	Para (Staarink 1995) la adopción de una postura vinculada a una actividad tiene consecuencias sobre la percepción de confort. La idoneidad de la relación entre la postura y la actividad puede analizarse desde un planteamiento biomecánico y fisiológico.
<b>Microclima / confort</b>	Las condiciones microclimáticas de humedad y temperatura, en la interfaz persona-cojín, influyen en el confort. A valores superiores de temperatura y de humedad relativa se incrementa el desconfort (Staarink 1995).
<b>Estabilidad / Confort</b>	El grado de estabilidad de la parte superior del cuerpo determina la cantidad de energía que se requiere para mantener la postura. La cantidad de energía, unida al tiempo, es un aspecto determinante de la percepción de confort. Por otra banda, el asiento reacciona a los elementos dinámicos de la sedestación, aportando o no estabilidad, aspecto muy importante en la valoración del confort (Staarink 1995).

Fuente: elaborado a partir de (Staarink 1995; ISO/PDTR 16840-9)

### 1.6.3. Interacciones entre nivel 1 y nivel 3, variables de caracterización y percepción

Es en la relación entre los niveles 1 y 3 donde hemos encontrado menos vinculaciones en la bibliografía y donde su valor se encuentra menos cuantificado. En este sentido (Staarink 1995) afirma que la percepción de confort se encuentra relacionada parcialmente con la adecuación de la postura para una actividad correcta. (Tasker et al. 2014), por su parte, identificó que los cojines conformados, además de reducir las presiones, aumentaban el confort.

## 1.7. Conclusiones de la revisión bibliográfica

De forma simplificada podemos formular el reto de la sedestación entre las personas en silla de ruedas como: «Las personas en silla de ruedas representan un colectivo importante de la población. Este colectivo se caracteriza por pasar muchas horas encima la silla, cosa que puede comportar problemas de salud vinculados principalmente en las úlceras por presión. Por otra parte el posicionamiento en la silla de ruedas es crítico para poder realizar actividades diversas y que estas puedan hacerse de forma confortable. Los cojines, integrados dentro del sistema de sedestación, tienen como objetivo contribuir a la prevención, al posicionamiento y al confort de la persona que va en silla de ruedas»

Uno de los elementos claves por atender este reto es la asignación o prescripción del cojín al usuario. En este proceso, que vincula el cojín a la persona, (Sprigle 2007) identifica las siguientes necesidades:

- Definir métodos estándar para aportar medidas cuantitativas de los aspectos relevantes de caracterización del funcionamiento del cojín. Falta información objetiva e independiente. La información comercial disponible, muy pocas veces ha sido contrastada desde una perspectiva científica. A esto se debe añadir el problema derivado del uso de métodos de valoración diferentes que dificulta la comparación de productos evaluados en estudios diferentes.
- Definir un procedimiento estándar para valorar la sedestación y la validez de la asignación cojín-persona. Es necesario desarrollar procedimientos fáciles y viables de medidas en el entorno clínico que permiten validar la adecuación de la asignación cojín-persona. (Titus et al. 2014) apunta que los prescriptores deberían utilizar elementos objetivos de valoración, criterios clínicos y la realización del usuario durante el proceso de prescripción y ajuste del equipo.

Del documento de revisión (International Review, 2010) podemos extraer dos necesidades más, que complementan las anteriores, y que están referidas a la necesidad de incrementar el conocimiento del comportamiento de los cojines y los mecanismos de asignación a los usuarios, así como dar más valor a la opinión clínica que a elementos estrictamente financieros.

---

Por otra parte, existen artículos de revisión que identifican de forma conjunta, como elementos clave para minimizar el riesgo de desarrollar úlceras por presión, el conocimiento y criterio clínico del prescriptor, las variables objetivas de interacción cojín-persona y la valoración subjetiva realizada por los usuarios (Regan et al. 2009).

En cuanto al uso del modelo causa-efecto en el ámbito de los cojines, en general, los estudios publicados se centran en parcelas concretas de conocimiento que no alcanzan todos los niveles ni todas las variables. Así, hablan de prevención de las úlceras por presión (Geyer et al. 2001) pero olvidan elementos clave de la percepción de los usuarios como el confort, la seguridad o el balanceo. O también, estudian las presiones pero olvidan la humedad y la temperatura (Tasker et al. 2014), cuando la optimización individualizada de una de ellas podría empeorar alguna de las otras variables. Los pocos documentos y estudios que adoptan el análisis de los tres niveles y enuncian las relaciones existentes, no llegan a cuantificarlas (Staarink, 1995) o consideran un número muy reducido de usuarios, cojines y variables (Stockton & Rithalia 2009).

Por otra parte, desde la perspectiva de la definición de criterios de diseño y valoración de los cojines con implicación de los usuarios, las conclusiones serían:

- En muchos estudios no hay participación de usuarios. (Pierre Dussault 2004) analizó 340 cojines del mercado de Estados Unidos y Canadá, sin participación de usuarios. En la misma línea, (Bauer & Buning, 2009) radiografía el mercado de la movilidad y la sedestación a los Estados Unidos, desde varios ángulos, pero obvia la visión de los usuarios de silla de ruedas y sólo habla de los familiares para el caso particular (y muy complejo) de la parálisis cerebral infantil.
- Los usuarios son mayormente sujetos pasivos de ensayo, sobre ellos medimos, por ejemplo (A. Gil-Agudo et al., 2009), pero en la elaboración de criterios de diseño no intervienen más que de forma indirecta mediante su respuesta biomecánica. Esta ha sido la práctica habitual en la prescripción. Los usuarios de sillas de ruedas son tratados como pacientes, sujetos de prescripción y evaluación, pero no como personas con preferencias y capacidad de escoger (Sapey et al. 2004).
- Las comparativas de productos, mayoritariamente están hechas con un número reducido de cojines y personas. Los estudios se limitan a una comparación re-

ducida de productos y un análisis independiente, parámetro a parámetro, de los factores de caracterización (Stockton & Rithalia 2009; Tasker et al. 2014). Así, resulta imposible determinar el efecto de percepción conjunta de parámetros diversos y la importancia relativa de cada uno de ellos delante de las condiciones que pueden asumir el resto de los parámetros.

En resumen, hay una falta importante de conocimiento en la caracterización de los cojines, que es extensible a la interacción cojín-persona y a las consecuencias que esta interacción tiene en el usuario. Esta falta de información está afectando en primer lugar, al proceso de provisión y asignación de los cojines a las personas, que difícilmente se puede optimizar.

Por otra parte, la revisión del ámbito de los cojines desde la perspectiva del modelo causa-efecto identifica la necesidad de aproximaciones más globales donde los usuarios deben tener un papel más importante así como la necesidad de tratar de cuantificar las relaciones entre los niveles diversos de evaluación.

Así sería ideal, por ejemplo, poder definir la capacidad de absorción calorífica que debería tener un cojín por reducir un número de grados la temperatura en la interfaz persona-cojín de forma que resultara confortable. O trasladado a variables de presión, saber cuál es el grueso que debe tener un cojín, o la densidad de las espumas, para dar lugar a unas presiones y unas características de comportamiento dinámico, que redujeran el riesgo de ulceración y aumentaran el nivel de confort.

Para cubrir estas deficiencias y necesidades en el ámbito de los cojines se enuncia el objetivo siguiente de la investigación, que se desarrolla con el correspondiente plan de trabajo al Capítulo 2:

*«El objetivo de la presente investigación es construir la cadena causa-efecto para relacionar las preferencias y percepciones de la persona con las características del cojín y la propia persona, pasando por la respuesta fisiológica y biomecánica de la interacción entre el cojín y la persona, como paso previo para la obtención de criterios de diseño y selección de cojines.»*



---

# Capítulo 2

## Objetivos y plan de trabajo

### Introducción

La revisión bibliográfica nos ha permitido definir los retos que plantea la sedestación a personas en silla de ruedas y los objetivos a perseguir con los cojines, como elementos integrados dentro del sistema de sedestación. También ha servido para identificar los espacios de conocimiento que requerían más atención.

Existe una falta importante de conocimientos en la caracterización de los cojines, extensible a la interacción cojín-persona y a las consecuencias que esta interacción tiene sobre el usuario. Esta falta de conocimiento afecta, en primer lugar, el proceso de provisión y asignación de los cojines a las personas, ya que dificulta su optimización. También imposibilita la aplicación del sistema, basado en tres niveles de evaluación, utilizado con éxito en campos tan diversos como la automoción (Solaz 2005) o el calzado (García et al. 2001). Esta imposibilidad se sustenta en la no existencia de un marco genérico que explique las características de los cojines, los efectos que éstas tienen en la interacción cojín-persona y finalmente como se traducen en consecuencias para el usuario, bien en el ámbito de la salud o del confort. Los pocos trabajos que han intentado establecer esta relación, sólo presentan apreciaciones cualitativas entre los tres niveles de evaluación (Staarink 1995).

En la revisión bibliográfica también hemos identificado la necesidad de una mayor implicación de las personas en silla de ruedas en los procesos de prescripción y asignación (Sapey et al. 2004; Scherer 2005), o incluso en los procesos de diseño y desarrollo de nuevos productos (Barberà-Guillem 2010). Esta necesidad se apoya en la experiencia y evolución de la figura del usuario en ámbitos como el mueble (Porcar 1999), en el hecho de tratarse de una reivindicación histórica de las personas con discapacidad y por estar, además, considerada una buena práctica (Houghton et al. 2013).

Es evidente que un solo trabajo de investigación no puede resolver todas las deficiencias de conocimiento identificadas. Necesariamente debe parcelar estos problemas y focalizarse en una parte de ellos. En este sentido, el presente trabajo de investigación pretende aplicar el modelo causa-efecto al ámbito de los cojines para conseguir encadenar las consecuencias de la interacción cojín persona con las características del cojín y la persona, pasando por la respuesta fisiológica y biomecánica de la interacción, como paso previo para la obtención de criterios de diseño y selección de cojines antiescaras. Como variables fisiológicas y biomecánicas seleccionaremos las relativas a presiones y microclima, dos de las más estudiadas. Para valorar las consecuencias de la interacción tendremos en cuenta la percepción del usuario, justamente por el motivo contrario, ser un aspecto poco estudiado de los cojines.

Este capítulo detalla los objetivos del trabajo de investigación. Plantea el plan de trabajo que debe permitir la incorporación de modelos integrales de diseño en los cojines, en contraposición a la aproximación tradicional centrada en aspectos específicos, mayoritariamente clínicos. Además, considera las relaciones entre los niveles de evaluación diferentes no contempladas en estudios publicados anteriores.

La formulación del objetivo y la definición del plan de trabajo, se complementa en el *Capítulo 3* con la presentación de los materiales y los métodos necesarios por llevar adelante la investigación.

---

## 2.1. Objetivos de la investigación

El **objetivo** de la investigación es: *construir la cadena causa-efecto para relacionar las preferencias y percepciones de la persona con las características del cojín, pasando por la respuesta fisiológica y biomecánica de la interacción entre el cojín y la propia persona, como paso previo para la obtención de criterios de diseño y selección de cojines*. Este objetivo principal se plantea teniendo en cuenta las hipótesis de partida siguientes:

- a) Existe una cadena causa-efecto que relaciona las características de la persona y del cojín con la respuesta fisiológica resultante de la interacción cojín-persona, y que finalmente tiene consecuencias desde el punto de vista de la percepción y las preferencias de los usuarios.
- b) El nivel de aceptación por parte del usuario es uno de los factores fundamentales a utilizar en la valoración de un cojín. Esta aceptación se entiende como el juicio que el usuario emite sobre un cojín o alguna de las funciones que cumple.
- c) El juicio del usuario es consistente y tiene relación con las características del cojín y del usuario.
- d) Existen combinaciones distintas de parámetros de usuario y cojines que minimizan el porcentaje de juicios disconformes.

Para cumplir con el principal objetivo, y de acuerdo con las hipótesis anteriores, se plantean los objetivos parciales siguientes:

### Objetivo 1

Describir y caracterizar los cojines actualmente existentes al mercado: materiales, dimensiones y soluciones constructivas.

### Objetivo 2

Describir y caracterizar los perfiles de usuarios de los cojines antiescaras: dimensiones, edad, enfermedades.

Objetivo 3

Identificar los parámetros clave de la interacción sujeto-cojín durante la realización de tareas diversas relacionadas con la liberación de presiones y la prevención de las úlceras por presión. Ordenar su importancia.

Objetivo 4

Obtener un conjunto de informaciones básicas sobre características de los usuarios de sillas de ruedas, el diseño de cojines antiescaras, las oportunidades de mejora e innovación, así como de criterios de diseño basados en el análisis de los cojines actuales.

Objetivo 5

Intentar reconstruir la cadena causa-efecto para relacionar las preferencias y percepciones de los usuarios con las características del cojín y del usuario, pasando por la respuesta fisiológica.

Objetivo 6

Elaborar recomendaciones de diseño. Esto implica seleccionar los requisitos básicos y parámetros clave de diseño, así como su ordenación por importancia. La finalidad última sería transformar los requisitos y parámetros en recomendaciones de diseño cuantitativas referidas a soluciones constructivas, dimensiones o materiales concretas.

---

## 2.2. Plan de trabajo

Para alcanzar los objetivos propuestos se elaboró un proyecto de investigación con la definición de los correspondientes objetivos y fases de ejecución.

Una vez aprobado el proyecto, el trabajo se organizó en cinco fases. En la primera se realizó una extensa revisión bibliográfica y normativa. La segunda fase sirvió para definir y poner a punto las pruebas de evaluación. Durante la tercera fase se realizó el estudio de campo y la experimentación en laboratorio. La fase cuarta se centró en el procesamiento de datos, fase previa a la identificación y definición de las recomendaciones de diseño, ya dentro de la fase quinta.

La figura 2.1 presenta las fases del trabajo y la relación con los objetivos de investigación propuestos. A continuación, se describe para cada una de las fases el trabajo realizado:

### *Fase 1. Revisión bibliográfica y normativa*

La revisión bibliográfica se ha centrado en el análisis de bases bibliográficas científicas como PUBMED. Igualmente se han revisado los materiales de difusión elaborados por portales específicos como el del Grupo Nacional para el Estudio y el Asesoramiento en Úlceras por Presión y Heridas Crónicas (GNEAUPP), el National Pressure Ulcer Advisory Panel (NPUAP) de los Estados Unidos, el European Pressure Advisory Panel (EUAP), el proyecto SCIRE (Spinal Cord Injury Rehabilitation Evidence) o la Ontario Neurotrauma Foundation. Administraciones diversas también han publicado manuales de interés para la prevención de las úlceras, como el Sistema Andaluz de Salud (SAS), el gobierno regional de Sidney (NSW Government) o el National Health Service (NHS) de Inglaterra. Finalmente se ha tenido en cuenta los resultados y metodología de proyectos previos, tanto en el ámbito estatal como a escala europea (FUNCO, COSHO, PUMA). La revisión de las publicaciones referenciadas en el IMC (Índice Médico Español) ha identificado un número importante de trabajos publicados en el ámbito de la enfermería, mayoritariamente vinculados al cuidado y el tratamiento de las úlceras por presión.

La revisión bibliográfica ha perseguido definir los cojines y los usuarios de silla de ruedas desde una perspectiva amplia y enmarcar la evaluación de los cojines en el modelo de evaluación ergonómica causa-efecto. También ha servido para ubicar los cojines

antiescaras dentro de una aproximación epidemiológica a las úlceras por presión, donde los cojines son un elemento de prevención más integrado en el sistema de sedestación.

Otro aspecto que se pretendía revisar era el proceso mediante el cual el cojín pasa del fabricante al usuario, a través de la correspondiente cadena de valor. Dentro de este proceso se ha pretendido identificar los elementos que marcan la innovación en este tipo de producto incluida la intensidad y calidad de la participación de los usuarios.

### ***Fase 2. Preparación de los instrumentos (cuestionarios, propuesta de ensayos y pruebas piloto)***

En esta fase además de preparar los cuestionarios para el estudio de campo y el experimento de evaluación de microclima en el IBV, se han definido los ensayos a realizar y se ha validado su funcionamiento. Los instrumentos debían servir para valorar aspectos de comportamiento a microclima y comportamiento mecánico y a presiones. Además, debían ser útiles en los tres niveles de evaluación: caracterización (nivel 1), interacción (nivel 2) y consecuencias (nivel 3).

### ***Fase 3. Estudio de campo y experimentación en laboratorio***

El estudio de campo se realizó en el CAMF de Guadalajara, un centro de personas con discapacidad que concentraba un número importante de usuarios y donde contábamos con el apoyo complementario de los profesionales que allí trabajan.

La experimentación de laboratorio, referida a la caracterización mecánica y a presiones, se realizó en los laboratorios de el IBV, de acuerdo con los ensayos definidos en normativa y la experiencia previa de el IBV en la valoración de cojines preventivos y superficies de descanso. La parte de experimentación en laboratorio, centrada en la valoración climática de los cojines, también se realizó en los laboratorios de el IBV y en ella participaron tres personas sanas.

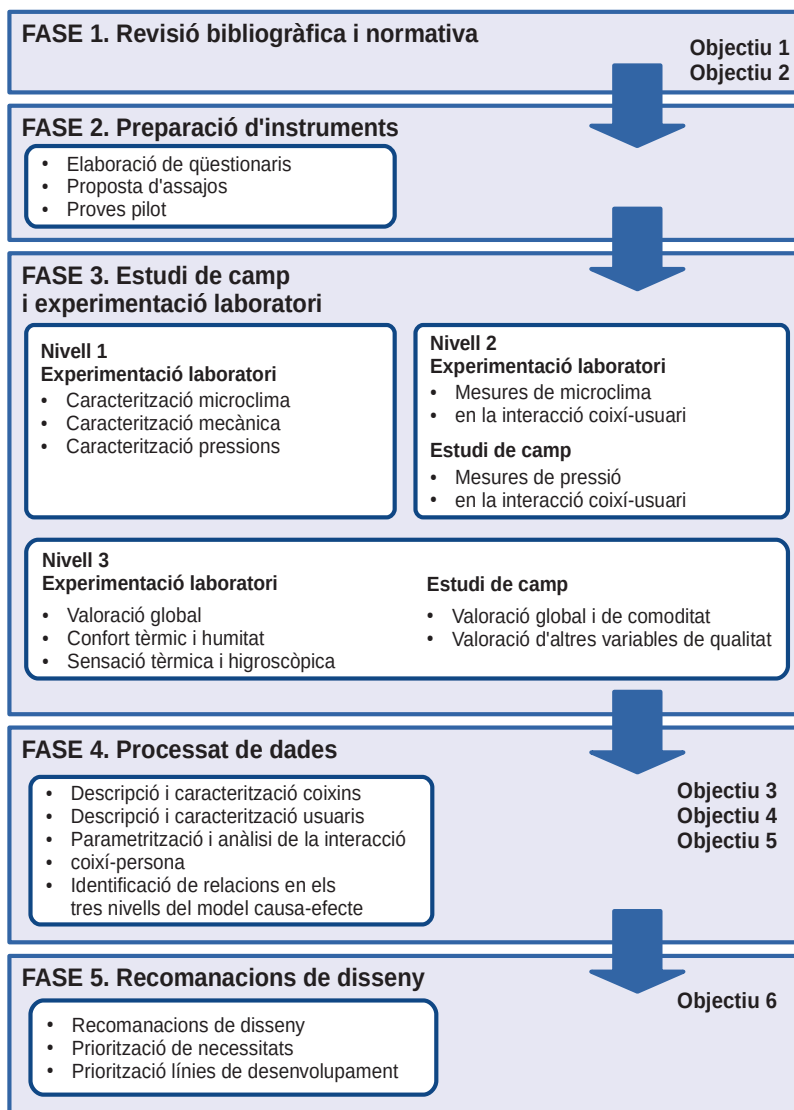
### ***Fase 4. Procesamiento de datos***

El procesamiento y análisis de datos tenía dos objetivos: (1) caracterizar los cojines y las personas y (2) identificar posibles relaciones entre los elementos de la cadena causa-efecto, tanto dentro de un mismo nivel de evaluación como entre diferentes niveles. Además ha servido para entender mejor el comportamiento de la interacción cojín-persona y para establecer las bases para la elaboración de un conjunto de recomendaciones de diseño.

### Fase 5. Recomendaciones de diseño

La elaboración de criterios y recomendaciones de diseño ha partido del resultado del procesamiento de datos y ha tenido en consideración una problemática de carácter claramente multifactorial. La opinión de los usuarios ha sido clave para establecer la prioridad de las necesidades y de los planteamientos para futuros desarrollos.

Figura 2.1. Representación esquemática del plan de trabajo y de los objetivos de investigación







---

# Capítulo 3

# Metodología

## Introducción

El primer punto de este capítulo define el marco metodológico y los criterios de inclusión y de agrupación de los cojines y de las personas del estudio. El punto segundo introduce los conceptos y definiciones claves. El punto tercero presenta los métodos de ensayos para la evaluación a microclima por una parte, y para la evaluación mecánica y a presiones por otra. Finalmente, el punto cuarto describe de forma conjunta los métodos de análisis utilizados. Esta descripción se hace siguiendo el esquema de evaluación ergonómica causa-efecto, basado en tres niveles que resumimos en: caracterización del producto y de la persona (nivel 1), caracterización de la interacción biomecánica y fisiológica cojín-persona (nivel 2) y valoración de las consecuencias, medidas de acuerdo con la percepción de las personas referidas al uso de los cojines (nivel 3).

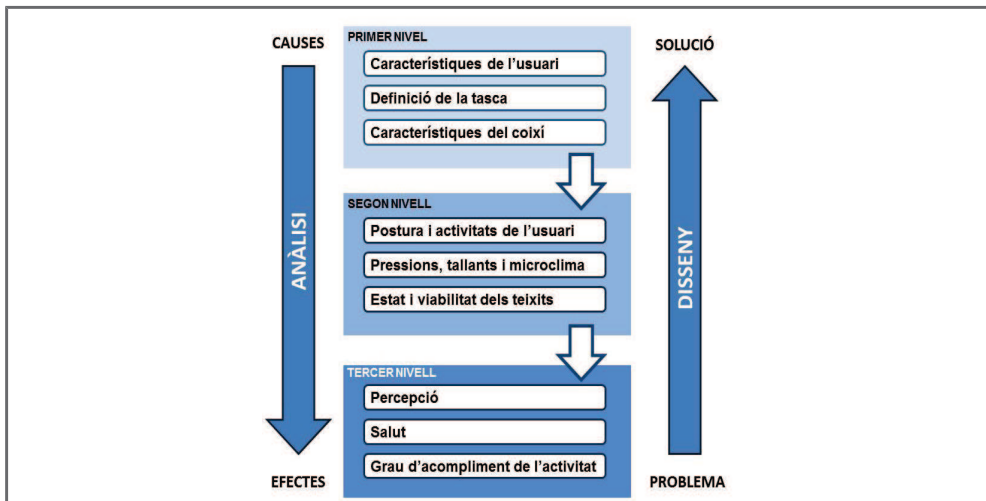
### 3.1. Resumén del marco metodològic, inclusió de participants y de cojines

Este apartado se divide en dos puntos. El primero hace referencia a los aspectos genéricos sobre el marco metodològic adoptado. El segundo incide sobre los criterios de inclusió y agrupaci6n de los usuarios y de los cojines.

#### 3.1.1. Aspectos genéricos

El marco metodològic de la tesis se basa en el modelo de causa-efecto de diseño y evaluaci6n ergon6mica, ya explicado en el capítol 1 de revisi6n bibliogràfica. Para este modelo existen tres niveles básicos que podríamos describir como de caracterizaci6n (nivel 1), de evaluaci6n de la interacci6n biomecànica y fisiol6gica del cojín con la persona (nivel 2) y de valoraci6n de las consecuencias de esta interacci6n (nivel 3). La figura 3.1 representa el modelo causa-efecto aplicado en los cojines.

Figura 3.1. Proceso de análisis y diseño de cojines basado en el modelo ergon6mico causa-efecto



Fuente: elaborado y adaptado a partir de (García et al. 1992; Vergara Monedero 1998)

Dentro del primero y del segundo nivel, el análisis se ha centrado en aspectos de microclima y de caracterizaci6n mecànica y a presiones. La valoraci6n de la interacci6n relacionada con el microclima se realizó con personas sanas, para evitar riesgo de desarrollo de úlceras, posible consecuencia del uso de los sensores de humedad y de temperatura. La parte referida a presiones y caracterizaci6n mecànica la realizaron personas en

---

silla de ruedas residentes al CAMF<sup>1</sup> de Guadalajara. En ambos casos, antes de iniciar las pruebas los participantes firmaban un consentimiento informado. La participación en el proyecto estaba gratificada económicamente. Dentro del tercer nivel, y a partir de cuestionarios, se ha valorado la percepción del microclima, las presiones y también aspectos genéricos como el confort o la valoración global. Los cuestionarios y la carta de consentimiento empleados durante la evaluación están reproducidos en el anexo de cuestionarios.

### **3.1.2. Criterios de inclusión y de agrupación los usuarios y de los cojines**

Los criterios **de inclusión de los cojines dentro** de la muestra evaluada fueron dos: representatividad **del mercado y variedad de tipologías**. Para cumplir el primer criterio se realizó un estudio de mercado basado en entrevistas telefónicas a representantes de fabricantes y del mundo de la ortopedia. Esto permitió identificar los cojines más vendidos. Para cumplir el segundo criterio un grupo de expertos acordó el listado de cojines definitivo. A partir de la aprobación de este listado se informaba a los fabricantes del proyecto y se les pedía la entrega de dos muestras para poder realizar el estudio de campo y los ensayos de laboratorio.

Por su parte, el principal criterio de inclusión **para las personas** era el nivel de riesgo de aparición de escaras, valorado con la escala Braden-Bergston (Torra i Bou, J.E. 1997). Este criterio fue adoptado por ser una herramienta conocida por los profesionales del CAMF de Guadalajara y por tener en consideración variables utilizadas en la clasificación de los usuarios en otros trabajos publicados. Así, (Staarink 1995) clasifica los usuarios atendiendo a tres variables principales: (1) capacidad por modificar la posición de forma autónoma; (2) riesgo potencial de ulceración, referido a la condición de la piel y circulación sanguínea; y (3) conciencia, entendida como la capacidad por identificar estímulos como dolor o desconfort y la necesidad de reacción a los mismos. En función de estas variables, asignaba tres grupos de usuarios. Otro criterio de inclusión muy habitual entre los lesionados medulares es el grado o nivel de lesión (Gil-Agudo et al. 2009). Además de la valoración del riesgo, se tuvo en cuenta el género para que hubiera una distribución lo más equilibrada posible. Las personas participantes en el estudio residían en el CAMF de Guadalajara.

La **escala de Braden-Bergston** para la valoración del riesgo de desarrollo de las úlceras por presión analiza seis puntos: (1) percepción sensorial, (2) exposición a la hume-

---

<sup>1</sup>Centro de Atención a Personas con Discapacidad Física (CAMF) de Guadalajara

dad, (3) actividad, (4) movilidad, (5) nutrición y (6) riesgo de lesiones cutáneas. Cada uno de estos puntos toma 4 posibles valores que van del 1 al 4, donde 1 significa riesgo máximo y 4 significa riesgo mínimo. La tabla 3.1 detalla su significación. La suma de las valoraciones para los diferentes apartados da lugar a tres niveles de riesgo: elevado, moderado y bajo. Estos niveles corresponden respectivamente a valores menores de 13; entre 13 y 14; y superiores a 14.

Tabla 3.1. Significación de la puntuación de la escala Braden-Bergston

Punt.	Percepción sensorial	Exposición a la humedad	Actividad	Movilidad	Nutrición	Riesgo lesiones cutáneas
1	Completamente limitada	Constantemente húmeda	Encamado	Completamente inmóvil	Muy pobre	Problema
2	Mucho limitada	Húmeda con frecuencia	En silla	Muy limitada	Probablemente inadecuada	Problema potencial
3	Ligeramente húmeda	Ocasionalmente húmedo	Deambula ocasionalmente	Ligeramente limitada	Adecuada	No existe problema aparente
4	Sin limitaciones	Raramente húmeda	Deambula frecuentemente	Sin limitaciones	Excelente	

Fuente: (Torra i Bou, J.E. 1997)

Los **criterios de agrupación** de las personas y los cojines en el estudio de campo fueron dos: (1) **homogeneidad** de las características de los cojines asignados a cada uno de los grupos y (2) **equivalencia** en el número de cojines correspondientes a cada uno de los grupos así como de las características de las personas. Con estos criterios, se configuraran 4 grupos de 9 personas cada uno de ellos. A cada uno de los grupos le correspondía un subconjunto específico de cojines del total de 25 cojines. De esta forma se quería mantener la cantidad de cojines a ensayar por persona en un número 'razonable' por evitar riesgo en una población con riesgo elevado de ulceración.

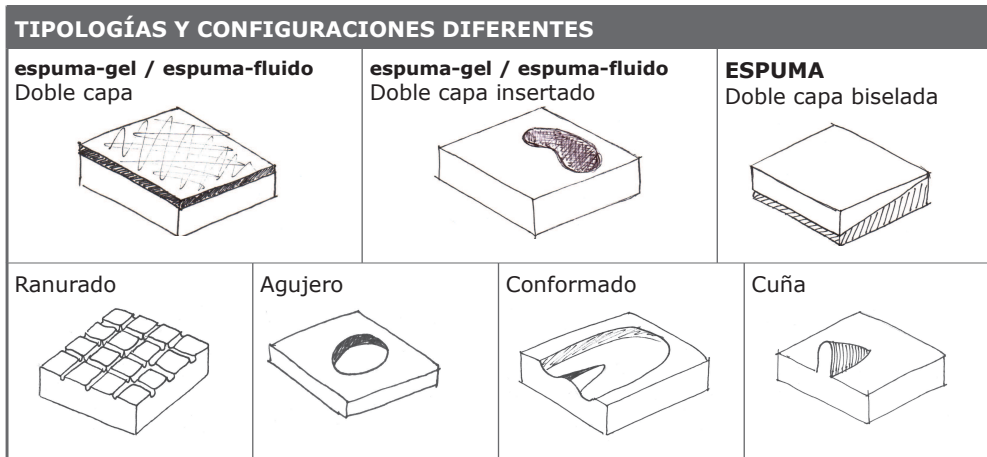
En la asignación de los cojines a cada grupo se tuvo en cuenta la tipología y la configuración. La tipología se refería a los materiales principales del cojín. Así clasificamos los cojines como de agua, aire o gel, pero también como espuma-gel o espuma-fluido cuando hay más de un material. La clasificación de los cojines a partir de los materiales es una práctica habitual. (Pierre Dussault 2004) utiliza en su trabajo una agrupación semejante. Desde el punto de vista del modelo causa-efecto, esta clasificación permite la vinculación de los materiales de los cojines con el comportamiento de la interacción cojín-persona y la percepción del usuario, convirtiendo la selección del material del cojín en un criterio de diseño. La tabla 3.2 compara la clasificación de (Pierre Dussault, 2004) con las tipologías finalmente empleadas en este trabajo de investigación.

Tabla 3.2. Clasificación y tipologías de los cojines

(Pierre Dussault, 2004)	Tipologías de agrupación de cojines adoptadas en este trabajo
<b>Cojines rellenos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aire</li> <li>• Agua</li> <li>• Gel elastómero</li> <li>• Líquidos viscosos</li> </ul>	<b>Cojines rellenos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua-Gel</li> <li>• Aire</li> <li>• Fibras siliconadas</li> </ul>
<b>Almohadas de espuma</b>	<b>Almohadas con cuerpo principal de espuma</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espuma-látex</li> <li>• Borreguito</li> </ul>
<b>Modelos híbridos</b>	<b>Modelos híbridos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• espuma-fluido</li> <li>• espuma-gel</li> </ul>

La configuración hace referencia a aspectos estructurales del cojín, presentes (o no) en diferentes tipologías, como la existencia de múltiples capas o la presencia de insertados. Una configuración básica de cojín sería un bloque homogéneo de material interior cubierto por una funda. La figura 3.2 representa una muestra reducida de tipologías y configuraciones de cojines. Las posibilidades de tipologías y configuraciones son variadas, eso hace necesario un esfuerzo para explicar y definir las variables de caracterización (Sprigle et al. 2001; NPUAP 2007).

Figura 3.2. Ejemplo de diferentes tipologías y configuraciones de cojines



Con el **ranurado** se provoca una discontinuidad del material en la superficie del cojín, bien por presencia de ranuras o agujeros que, en teoría, favorecerían la circulación del

aire o la deformación del material de forma que minimizarían los esfuerzos cortantes. Muchos diseños de cojines incorporan **múltiples capas de materiales**. El principal argumento para defender estos diseños sería la complementariedad de funciones. Esta complementariedad justificaría, por ejemplo, que muchos de los cojines comerciales conocidos como de gel son en realidad cojines mixtos donde volumétricamente predomina la espuma. De esta forma se conseguiría reducir el peso del conjunto, sin renunciar a los potenciales beneficios del gel, relativos a la absorción de calor; o a la capacidad de la espuma para reducir la presión y aportar un buen confort general. Con el conformado **o preforma** la superficie del cojín no está totalmente plana y tiene una forma predefinida por alojar las nalgas. Por **cuña** entendemos la sobre-elevación que presentan algunos cojines en el centro de la parte delantera que persigue separar las piernas, evitando la rotación de las caderas, además de minimizar el desplazamiento involuntario del usuario en la dirección frontal. Hablamos de **agujero** cuando el cojín presenta un vacío en medio destinado a facilitar las funciones de higiene en la zona genital y excretora. Finalmente, nos referimos a los cojines de **perfil bajo** como aquellos cojines que tienen menor altura que otros de características parecidas. Esta configuración es típica de los cojines de aire. El perfil bajo de los cojines de aire minimizaría los efectos de balanceo involuntario que algunos usuarios asocian al origen de sensación de mareo.

La tabla 3.3 presenta la distribución de los participantes por grupos y riesgo de ulceración según la escala Braden-Berston, así como el número de cojines evaluados en cada grupo. En la revisión bibliográfica no se ha encontrado ninguna agrupación de cojines y personas similar, en este caso llegamos a ella por la necesidad de acortar el tiempo de la fase experimental y minimizar el riesgo (y la fatiga) que habría supuesto para algunos usuarios ensayar todos los cojines. Podemos entender esta aproximación como la ejecución de cuatro estudios más acotados en paralelo. El capítulo 4. *Resultados* describe con detalle los cojines evaluados y las características de las personas participantes.

Tabla 3.3. Distribución de las personas por grupos y nivel de riesgo

Nivel de riesgo	Grupo de usuarios y cojines			
	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
<b>Nivel 1</b> (Riesgo Máximo)	3	3	3	3
<b>Nivel 2</b> (Riesgo Moderado)	3	3	3	3
<b>Nivel 3</b> (Riesgo mínimo)	3	3	3	3
<b>Nº total personas</b>	9	9	9	9
<b>Nº cojines</b>	6	6	8	7

## 3.2. Caracterización microclimática

La humedad y la temperatura son factores clave en la prevención de las úlceras por presión. Así, hace tiempo que el microclima de la piel se vinculó a la salud de los tejidos y que se conoce que la humedad relativa afecta la fricción y la habilidad de la piel para soportar cargas. Además, el incremento de la temperatura incrementa la demanda metabólica y puede afectar la integridad de los tejidos (Reger et al. 2007). Este apartado resume los conceptos relativos al microclima, referidos específicamente a los cojines, y presenta los métodos de evaluación.

### 3.2.1. Definiciones y conceptos

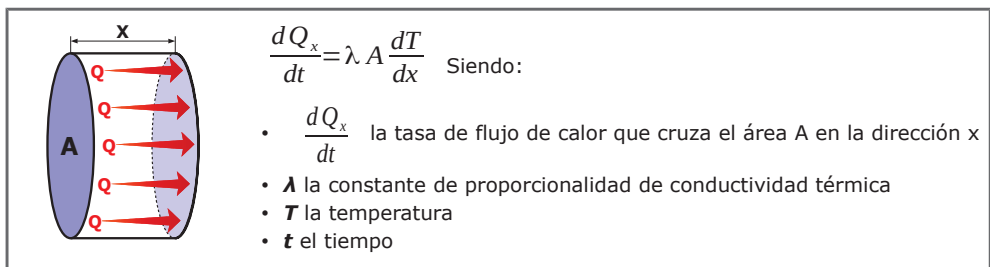
Los conceptos y definiciones que se presentan en este apartado son relativamente básicos. El interés y la novedad es presentarlos de forma agrupada y aplicados al mundo de los cojines. Ningún artículo de los revisados en la bibliografía en el ámbito del microclima hacen un planteamiento teórico del comportamiento de los cojines en función, por ejemplo, de los materiales y la estructura.

#### 3.2.1.1. Mecanismos de transferencia de energía térmica

Los mecanismos **de transferencia de energía térmica** para las personas son cuatro: (1) conducción, (2) convección, (3) radiación y (4) sudoración (Hall & Guyton 2011). Estos mecanismos pueden actuar de forma aislada o combinada. En la superficie cojín-persona el mecanismo más importante es el de conducción térmica, siendo el efecto de los mecanismos de convección y radiación menor. A continuación explicamos estos mecanismos aplicados en los cojines.

#### Conducción térmica

Figura 3.3. Representación de la Ley de Fourier para la conducción térmica



Fuente: elaborado a partir de (Potter et al. 2004)

La figura 3.3 representa la **Ley de Fourier**, ley que determina la conducción térmica y establece que la tasa de transferencia de calor por conducción en una dirección dada, es proporcional al área normal a la dirección del flujo de calor y al gradiente de temperatura en esta dirección. La conductividad térmica se expresa en unidades de  $W/m \cdot K$  ( $J/s \cdot m \cdot ^\circ C$ ). La tabla 3.4 presenta los valores de conductividad de algunos de los materiales habituales en cojines.

Tabla 3.4. Valores de conductividad térmica de algunos materiales habituales en cojines

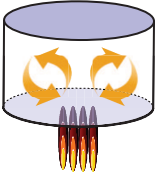
Material	Aire	Espuma	Silicona	Agua
<b>Conductividad W/(mK)</b>	0,02	0,03	0,21	0,62

Fuente: elaborado a partir de (MAYA Heat Transfer Technologies 2015)

### Convección térmica

La **convección** se produce solamente en materiales fluidos, a través del desplazamiento de materia entre regiones con diferentes temperaturas. Es un mecanismo de transmisión de calor más eficiente que el de conducción (Potter et al. 2004). La figura 3.4 muestra la ley de enfriamiento de Newton para la convección. El intercambio de calor se produce entre el cuerpo y un fluido en movimiento. El funcionamiento depende del salto térmico, la diferencia de temperatura entre el cuerpo y el fluido. Para el caso de los cojines un salto térmico de entre  $10^\circ C$  y  $15^\circ C$  podría presentarse en condiciones de temperatura ambiental de entre  $20^\circ C$  y  $25^\circ C$  para una temperatura corporal de  $35^\circ C$ .

Figura 3.4. Representación de la Ley de enfriamiento de Newton



$$\Delta Q/\Delta t = \alpha S (T_c - T_a)$$

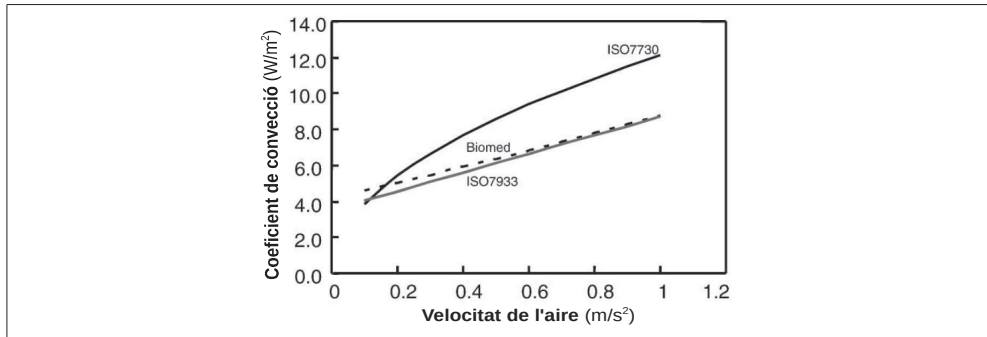
- $\alpha$  el coeficiente de convección
- $S$  se la superficie del cuerpo en contacto cono el fluido
- $T_c$  se la temperatura a la superficie del cuerpo
- $T_a$  la temperatura del fluido lejos del cuerpo

Fuente: elaborado a partir de (Potter et al. 2004)

El coeficiente **de convección** varía según la forma del cuerpo, naturaleza del fluido, velocidad y tipo de corriente. De forma aproximada podemos estimar su valor en  $3,7$  ( $W/m^2$ ) para convección natural para el cuerpo humano vestido (Oliveira et al. 2006). La figura 3.5 representa el valor del coeficiente de convección en función de la velocidad del aire según diversas fuentes.



Figura 3.5. Valor del coeficiente de convección en función de la velocidad del aire según fuentes diversas



Fuente: (Havenith et al. 2002)

### Radiación térmica o calorífica

La radiación **térmica o calorífica** es la energía emitida por un cuerpo por razón de su temperatura propia. Los cojines tienen en la parte superior la persona; en la inferior, el asiento y habitualmente a los laterales las estructuras de apoyo de los reposabrazos. Esta situación de contorno reduce la importancia de este mecanismo de transferencia calorífica.

#### 3.2.1.2. Calor específica y capacidad calorífica

El **calor específico (c)** es la cantidad de calor necesaria por elevar en un grado la temperatura de una unidad de masa de una sustancia (Potter et al. 2004). Cuando nos referimos a la totalidad del cojín hablaremos de capacidad **calorífica (C)** definida como la cantidad de calor necesario para que toda la masa del cojín aumente un grado la temperatura. A mayor calor específico necesitamos más energía por incrementar la temperatura. Podemos calcular la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un cuerpo en un intervalo, donde podamos considerar constante el calor específico, con la fórmula simplificada (Potter et al. 2004):

$$Q \approx mc \Delta T$$

La tabla 3.5 muestra el calor específico de algunos materiales habituales en cojines.

Tabla 3.5. Valores de calor específico de algunos materiales habituales en cojines

Material	Aire	Espuma	Silicona	Agua
<b>Calor específico KJ/(KgK)</b>	1,01	1,30	1,40	4,18

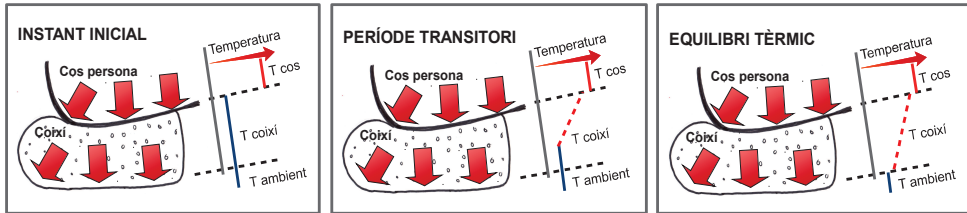
Fuente: elaborado a partir de (MAYA Heat Transfer Technologies 2015)

3.2.1.3. Tiempo de latencia y grado de estabilización

La figura 3.6 muestra las tres etapas del proceso de transmisión de calor cuando una persona se sienta en un cojín: instante inicial, período transitorio y equilibrio térmico. Este modelo se basa en un trabajo realizado en el IBV para la creación de bases ergonómicas para el diseño y la evaluación de colchones para personas grandes (López Torres 2004).

En el instante **inicial** el cojín se encuentra a temperatura ambiente y se empieza a producir la transmisión de calor desde el cuerpo de la persona. Durante el período **transitorio** la temperatura de la superficie del cojín empieza a aproximarse a la del cuerpo. En el interior empieza también el calentamiento. A mayor distancia de la fuente de calor la temperatura es menor. Finalmente, en el **equilibrio térmico** la temperatura superficial se aproxima a la del cuerpo y la temperatura dentro del cojín se estabiliza a pesar de disminuir en función de la distancia en la superficie de contacto con la persona.

Figura 3.6. Representación del momento inicial, transitorio y de equilibrio de la transmisión de calor entre la persona y un cojín



Fuente: elaborado y adaptado a partir de (López Torres 2004)

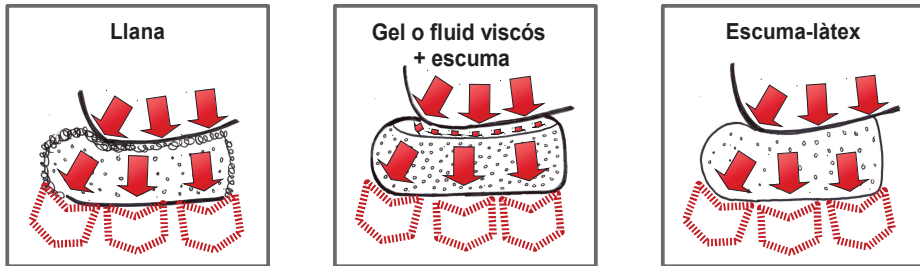
Dentro de este modelo de transmisión de calor de los cojines, el tiempo **de latencia** mide el tiempo, en minutos, hasta que la cara opuesta en la fuente de calor incrementa la temperatura un grado. El mayor o menor tiempo de latencia depende de la conductividad y de la capacidad calorífica del cojín. Por otra parte, el grado **de estabilización** mide la relación entre las temperaturas de las dos caras del cojín dentro ya del período de equilibrio térmico.

3.2.1.4. Modelo de transferencia térmica de un cojín

El principal mecanismo de transmisión de calor para los cojines es la conducción. La figura 3.7 muestra (de izquierda a derecha) estos mecanismos para un cojín de lana, uno de espuma-gel, y un tercero de espuma-látex. Asumimos que la temperatura am-

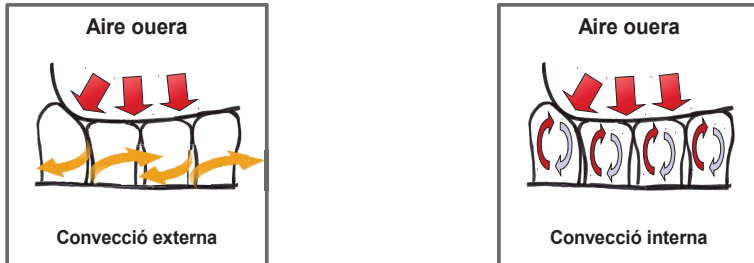
biente es de 20 °C a 25 °C y que la persona en silla de ruedas actúa como una fuente de calor constante.

Figura 3.7. Representación del mecanismo de conducción para tres tipologías de cojín



La figura 3.8 muestra los mecanismos de convección para un cojín de aire tipo huevera. En los cojines de agua y de aire podrían aparecer también mecanismos de convección, aunque de valores reducidos, dado que se trata de celdas estancas donde los líquidos no tienen movimiento y el gradiente de temperatura es relativamente pequeño. Además, no existe ningún tipo de convección forzada, salvo modelos específicos de aire.

Figura 3.8. Representación del mecanismo de convección interna y externa para un cojín de aire



Para un sistema multicapa, como son muchos cojines, la conductividad global se calcula como la inversa de las sumas de las resistencias a la transmisión de calor de cada una de las partes. Eso hace que, en sistemas multicapa con valores muy diferentes de resistencia térmica, se imponga la condición del material con resistencia térmica mayor. En el caso de un cojín de espuma-gel, este material sería la espuma.

### 3.2.2. Metodología de evaluación microclima

Este apartado detalla la metodología de evaluación para cada una de las variables estudiadas en relación con el microclima.

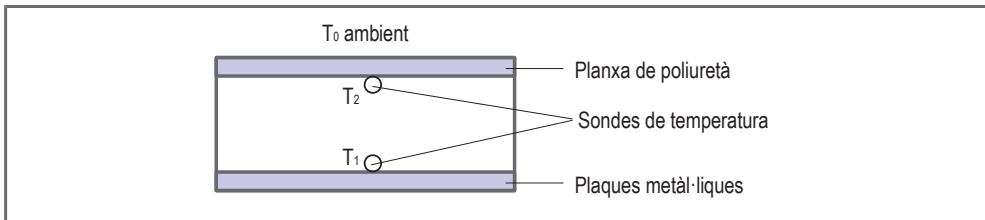
#### 3.2.2.1. Estimación de la capacidad calorífica y la conductividad térmica

Hemos estimado la capacidad calorífica de los cojines a partir de su peso (considerando diferentes componentes en los casos de cojines mixto) y los valores en tablas de calores específicos de los materiales (aire, espuma, gel, silicona y agua). La conductividad térmica se ha estimado cogiendo el valor menor de conductividades térmicas involucradas en el cojín. Así, para el cojín de gel y espuma, se ha adoptado la conductividad de la espuma. Las tablas 3.4 y 3.5 contienen los valores utilizados en la estimación de la capacidad calorífica y la conductividad térmica de los cojines.

#### 3.2.2.2. Tiempo de latencia y grado de estabilización

Para la caracterización del tiempo de latencia y el grado de estabilización hemos utilizado una configuración tipo sándwich (fuente de calor+cojín+sensor de temperatura). La fuente de calor ( $T_1$ ) se mantiene constante a 40 °C mientras se medía la evolución de la temperatura en la otra parte del cojín. La figura 3.9 muestra el esquema completo.

**Figura 3.9. Representación del sistema empleado para la medida de la capacidad de transmisión de calor de los cojines**



*Fuente: protocolos propios IBV*

#### 3.2.2.3. Ensayo microclima con personas

##### **Objetivo**

El objetivo de esta prueba era valorar el comportamiento de los cojines a microclima, tanto desde la perspectiva de la interacción cojín-persona, como desde la perspectiva de la valoración subjetiva de los usuarios. El riesgo de generación de úlceras por presión

entre los usuarios de silla de ruedas, consecuencia de los equipamientos de medida utilizados y la duración de los ensayos aconsejó que los ensayos de confort climático los realizaran personas sanas y no personas en silla de ruedas. Además, la falta de sensibilidad en los miembros inferiores de muchas personas en silla de ruedas ha sido un elemento más a considerar para adoptar esta medida. Algunos trabajos que han valorado el comportamiento de la humedad y la temperatura en la interfaz cojín persona también lo han hecho con personas sanas (Fisher et al. 1978; Stewart et al. 1980; Ferguson-Pell 1998; Sprigle & Eicholtz 2009). Un aspecto que puede variar entre los estudios es la ubicación y número utilizado de sensores de microclima, bien directamente en contacto con la piel del usuario (Stewart et al. 1980) o insertados en el cojín (Sprigle & Eicholtz 2009). La mayoría de los estudios de evaluación térmica de los cojines se han realizado con sensores puntuales, aunque algunos han introducido la termografía (Ferrarin & Ludwig 2000). En este caso tres usuarios masculinos sin problemas de movilidad evaluaron los 25 cojines a microclima, en días diferentes y de forma aleatorizada. La tabla 3.6 describe los usuarios.

**Tabla 3.6. Caracterización de las personas participantes en el ensayo de confort climático**

Variables	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Media	Rango
<b>Edad (años)</b>	33	27	33	<b>31</b>	27-33
<b>Sexo</b>	hombre	hombre	hombre	<b>hombre</b>	hombre
<b>Altura</b>	1,70	1,87	1,67	<b>1,75</b>	1,67-1,87
<b>Peso</b>	75	95	72	<b>81</b>	72-95
<b>IMC</b>	26	27	26	<b>26</b>	26-27

**Equipamiento**

La figura 3.10 muestra los elementos más destacados de la electrónica de medida.

**Figura 3.10. Sistema para el registro de las variables de microclima**



*Fuente: elaborado y adaptado a partir de (López Torres 2004)*

El material utilizado durante el ensayo fue: sistema de grabación de las medidas, pantalones cortos para los usuarios, cronómetro, toalla, sensores de humedad y temperatura, una silla de ruedas manual de autopropulsión, así como una estructura de doble cilindro para permitir la impulsión estática.

Los sensores de microclima medían la temperatura y la humedad. Estaban montados dentro de una pequeña cápsula de material plástico dotada de una ranura para permitir el acceso del aire. Durante el ensayo se instrumentó la zona isquial y el espacio poplíteo. La foto de la izquierda de la figura 3.10 muestra las dos sondas de H y T utilizadas en los ensayos.

La electrónica de acondicionamiento consiste en un conjunto de circuitos electrónicos analógicos que convierten la señal de tensión generada por los sensores, de valor muy débil, en una señal de mayor potencia a que puede ser capturada y tratada. La foto del centro de la figura 3.10 muestra la electrónica de acondicionamiento.

La unidad de captura y almacenamiento de datos es una unidad comercial de la casa DataLogger.

### **Condicionamiento y medida**

Antes de iniciar el ensayo el usuario se quitaba los pantalones y se secaba la pierna con una toalla. Después de una espera de 5 minutos a temperatura ambiente<sup>2</sup>, se vuelve a secar. Así se pretendía eliminar la humedad e igualar las condiciones iniciales del ensayo para todos los participantes.

Después del acondicionamiento, se posicionaban los sensores en el isquion y al espacio poplíteo. Estos sensores permitían registrar la evolución de la humedad y la temperatura de forma continua.

Finalmente, se posicionaba el usuario sobre el cojín en la silla de ruedas. El ensayo consistía en un ciclo de 10 minutos de reposo, 10 minutos de impulsión a velocidad constante y 20 minutos finales de reposo adicionales. Durante todo el tiempo se mantenía el registro de la humedad y la temperatura. La figura 3.11 muestra una foto del conjunto del ensayo.

---

<sup>2</sup>La temperatura de los ensayos fue de 23°C o 24°C. Miedo contra, para el caso de la humedad ambiental hubo más variaciones, como un rango total comprendido entre el 39% y el 73%.

---

Figura 3.11. Usuario impulsándose sobre una estructura de rodillos durante el ensayo de microclima



### **Resultados**

La interacción cojín-persona se caracterizó con las curvas de evolución de la temperatura y la humedad. De estas curvas se extrajeron parámetros de temperatura y humedad puntual, así como de los incrementos a los 10, 20 y 40 minutos.

#### *3.2.2.4. Valoración subjetiva*

La valoración subjetiva del confort térmico se realizó con un cuestionario pasado al final de los primeros 10 minutos de reposo, después de los 10 minutos de impulsión y finalizado el ensayo, minuto 40. El cuestionario tenía preguntas sobre sensación térmica (frío-calor) e higroscópica (húmedo-seco); valoración del confort referido a la humedad y la temperatura, así como una valoración global (0-10). Las preguntas estaban referidas en la zona isquial y poplíteo. La valoración global sólo se realizó una única vez al final del ensayo.

El *Anexo I. Cuestionarios* contiene todas las preguntas del cuestionario. El modelo empleado lo ha utilizado el IBV con éxito en estudios de confort térmico en el ámbito de la indumentaria; por ejemplo, ropa para condiciones extremas, como deporte de alta montaña o trabajos de riesgo como bomberos.

### 3.3. Caracterización mecánica y a presiones

La presión ha estado durante mucho tiempo el parámetro predominante en los trabajos de investigación publicados en el ámbito de los cojines (International Review 2010) y también como argumento comercial (Barberà-Guillem 2010). Con todo, aspectos como los límites concretos de valores de presión o la relación de estos con la eficiencia y la eficacia clínica no están aún probados (Sprigle & Chung 1989; Ferrarin et al. 2000). Además de la caracterización a presiones, este apartado presenta los métodos de evaluación y los parámetros de caracterización mecánica de los cojines.

Este apartado se divide en dos puntos. El primero introduce los conceptos y definiciones y el segundo describe la metodología de evaluación utilizada.

#### 3.3.1. Definiciones y conceptos

Las definiciones y conceptos los hemos agrupado en tres apartados: (1) parámetros de caracterización mecánica, (2) escenarios de valoración de las presiones y (3) parámetros de valoración de los escenarios de presión.

##### 3.3.1.1. Parámetros de caracterización mecánica independientes de la presión

La norma ISO 16840-2:2007 contempla, entre otros, los parámetros definidos en este apartado.

##### Deflexión e histéresis

La prueba de carga-deformación hecha sobre un cojín proporciona información sobre la capacidad de recuperación del mismo. Cuando una persona se sienta sobre un cojín o realiza un movimiento sobre el mismo, éste se deforma. La fuerza con la que el cojín trata de devolver a la forma inicial sin carga no es necesariamente una característica positiva porque implica que el cojín realiza una fuerza contra los tejidos. No obstante, en otras situaciones esta fuerza puede aportar al usuario una mayor estabilidad o facilidad después de una inclinación para volver a la postura inicial.

La prueba de carga-deformación también proporciona información sobre las características de histéresis de un cojín. La histéresis es una medida de la energía perdida en el cojín durante un ciclo completo de carga y descarga. La histéresis se relaciona con la capacidad del cojín de amortiguamiento de impactos. Cojines con valores de histéresis



---

más elevados facilitan la absorción de la energía cuando, por ejemplo, la silla de ruedas se desliza sobre un suelo irregular o al bajar el escalón de una acera. Así, evitaría que la transferencia de energía se hiciera sobre los tejidos de la persona.

### Rigidez horizontal

La rigidez horizontal pretende caracterizar la interacción entre el cojín y la piel como consecuencia de ligeros cambios de posición o el efecto de fuerzas horizontales en la superficie de contacto entre el cojín y la persona. La rigidez horizontal se relaciona con la fricción que ofrece el cojín y que tiene como aspectos positivos contribuir a la estabilidad de la persona sobre el cojín. Por contra, la deformación de los tejidos, consecuencia de esfuerzos cortantes, puede afectar la viabilidad de los mismos.

En resumen, un cojín con una alta rigidez horizontal será más estable pero provocará más deformación y esfuerzos de cizalla.

### Amortiguamiento

La capacidad de amortiguamiento indica la habilidad del cojín de absorber vibración e impactos que disminuyen las presiones máximas asociadas a las cargas de impacto. La capacidad de amortiguamiento también se relaciona con la habilidad del cojín de aportar estabilidad postural. Cargas habituales de impacto que sufren los usuarios de silla de ruedas podrían ser circular sobre un firme irregular o bajar un escalón de una acera.

Para (Staarink 1995) los choques e impactos pueden provocar incomodidad en el usuario, así como cansancio en aquellas personas con un bajo control de la cabeza. Para (Staarink 1995) el objetivo de amortiguar los impactos es del conjunto silla de ruedas y sistema de sedestación, empezando por el sistema de suspensión, si existe.

Por otra parte, (Sprigle et al. 2010) validaron el procedimiento propuesto por la ISO en un estudio con 5 cojines diferentes y aportaron algunas propuestas de mejora al procedimiento original ISO.

### Recuperación

La característica de recuperación de un cojín indica la capacidad del cojín para volver a su forma y dimensiones iniciales después de un período de carga. La capacidad de recuperación puede vincularse a cargas de repetición del cojín. La disminución de la capacidad de recuperación es un indicativo de la fatiga.

Algunos cojines están diseñados por modelar la forma de la persona sacando ventaja de las propiedades viscoelásticas de los materiales. Con los materiales viscoelásticos el tiempo de recuperación es más elevado. Algunos cojines utilizan materiales fluidos a que se adaptan fácilmente al usuario pero que no vuelven a la forma original sin ser manipulados.

#### Profundidad de contorno y sobrecarga

Uno de los parámetros que se considera que mejora la viabilidad de los tejidos es la capacidad de un cojín para envolver la pelvis. Aparte de esta capacidad en situaciones normales de carga, también es importante la existencia de un margen de seguridad ante posibles situaciones de colapso por sobrecarga. En este sentido, algunos movimientos funcionales, como inclinarse para coger algo un poco alejada, podrían provocar sobrecargas e incluso provocar el colapso del cojín. En este sentido la prueba de sobrecarga mide la cantidad de deformación adicional resultante con un aumento de la carga en un 33% con respecto a la carga original. (Sprigle & Press 2003) validó el procedimiento propuesto por la ISO en un estudio con 17 cojines diferentes.

Se considera que la carga de un cojín ha superado el margen de seguridad cuando un aumento en la carga no produce un aumento proporcional en la deformación superior a 5 mm.

#### Fatiga

La fatiga de un material o un producto como un cojín podemos definirla como el deterioro de las propiedades consecuencia de su uso reiterado dentro de los rangos de valores habituales. Además de la fatiga mecánica por el uso normal, la necesidad de lavar los cojines con frecuencia o el contacto con orina pueden acelerar este proceso de reducción de las propiedades. En el caso de las espumas, el efecto de envejecimiento, comportaría efectos semejantes al de la fatiga mecánica del producto.

(Staarink 1995) en lugar de hablar de fatiga emplea el concepto de durabilidad y envejecimiento, diferenciando entre el cojín y la cubierta. Plantea el problema que el cojín puede haber perdido algunas de las propiedades pero aparentar un buen estado. Mientras que la durabilidad la vincula sobre todo a elementos mecánicos, en la fatiga destaca el papel del calor y la humedad (agua, sudor y detergente).

---

### 3.3.1.2. Escenarios para la valoración de las presiones

Las medidas de presiones se realizaran con maniquí y con personas en silla de ruedas. Las medidas realizadas podemos clasificarlas como estáticas (maniquí, sedestació correcta y espontánea) y como dinámicas (impulsión, pulsión, traslado de peso y transferencia).

#### Medidas con maniquí

En este caso el maniquí que se ha utilizado es el «gel butt» fabricado por la empresa americana Beneficial Designs dentro del grupo de trabajo de desarrollo de la norma ISO 16840-2:2007. En principio, el **objetivo del ensayo** de medida de presiones con maniquí es poder comparar el comportamiento de diferentes cojines sin la necesidad de realizar medidas con personas, usuarias o no de silla de ruedas. En la bibliografía, si bien hemos identificado estudios que empleaban maniqués para la valoración de las presiones (Staarink 1995; Akins et al. 2011); no hemos encontrado publicaciones que compararan las medidas realizadas con maniquí con las de personas en silla de ruedas. Por tanto, parecía un aspecto importante a incluir en el estudio.

#### Sedestació espontánea y correcta

La posición de sedestació queda determinada por el posicionamiento relativo de los segmentos corporales y el conjunto. El ángulo formado por la parte superior del cuerpo con los muslos y el ángulo formado entre los muslos y el plano horizontal son dos variables importantes de la caracterización de la postura de sedestación. Además, para (Staarink 1995) las personas tienden a adaptar la postura a la actividad que quieren ejecutar, la idoneidad de una postura para una actividad viene determinada por el nivel de coordinación ojos-manos y por la energía necesaria por mantener esta postura. En el caso de los usuarios de sillas de ruedas se dan dos condiciones adicionales que hacen la sedestació diferente: la condición física de la persona y el hecho de que (la sedestació) sea una actividad obligada y por tanto prolongada en el tiempo (Staarink 1995).

El primer escenario de evaluación de presiones con personas en silla de ruedas fue la sedestació espontánea. En él, las personas participantes en el estudio escogían la forma de posicionarse sobre el cojín y la silla de ruedas. Las indicaciones eran que adoptaran una postura natural y posicionaran los brazos sobre los reposa-brazos. Esta era la primera medida de presión, que precedía a la sedestació correcta.

En el escenario de sedestación correcta, la persona en silla de ruedas se posicionaba de acuerdo con los criterios dados por el equipo de terapeutas. Las directrices de posicionamiento buscaban repartir el peso entre las diferentes partes del cuerpo y elementos de apoyo de la silla, así como una posición que fuera lo más estable posible. La tabla 3.7 recoge los aspectos más destacados de estos criterios.

Tabla 3.7. Posicionamiento de los diferentes segmentos del cuerpo para sedestación correcta

Parte del cuerpo	Recomendación
<b>Pies</b>	Bien apoyados sobre los reposapiés, apuntando hacia delante ligeramente separados y directamente debajo de las rodillas.
<b>Tobillo</b>	Flexión aproximada a 90°
<b>Rodillas</b>	Ligeramente separados y como un ángulo de flexión de 90° aproximadamente.
<b>Caderas</b>	Descansando sobre el asiento y manteniendo un ángulo de 90° aproximadamente.
<b>Pelvis</b>	Pelvis nivelada
<b>Pared abdominal</b>	Plana
<b>Región lumbar</b>	Ligera lordosis
<b>Región dorsal</b>	Ligera cifosis, respetando las curvaturas fisiológicas
<b>Escápulas</b>	Relajadas, sin limitar la movilidad de los brazos
<b>Cuello</b>	Estirado a la base, con la barbilla ligeramente baja, sin tensión
<b>Ningún</b>	Levantado, mirada hacia el frente

### Escenarios de evaluación dinámica

Los escenarios propuestos de evaluación dinámica de presiones están relacionados con las estrategias de terapia postural para la prevención de las úlceras por presión, como son las pulsaciones y las inclinaciones lateral y frontal (SAS 2007).

El escenario de **impulsión** consistía a simular el movimiento realizado por hacer avanzar una silla de ruedas de forma manual. En él se posicionaba la persona en silla de ruedas de forma correcta y se le pedía que hiciera 5 impulsiones. La impulsión se puede relacionar parcialmente con la inclinación frontal.

En el escenario de **pulsión** se le pedía a los usuarios que realizaran uno de los ejercicios más recomendados para la liberación de presiones. En este movimiento mediante la fuerza de los brazos, y en menor medida la de las piernas en aquellos usuarios que

---

tienen fuerzas residuales, se elevan las nalgas del cojín y de la silla consiguiendo aminorar (y a menudo liberar) la zona de presión. Para esta prueba la persona en silla de ruedas se posicionaba de forma correcta y debía realizar 3 pulsiones.

No hay un movimiento estándar para desplazar un peso. En este escenario lo que se pretendía era forzar una **lateralización** derecha-izquierda completa. Para conseguir eso, se pedía al sujeto que simulara un movimiento de recogida de un objeto a la derecha hasta dejarlo en la postura equivalente a la izquierda. En primer lugar la persona debía estirarse hacia el lado derecho, simulando que recogía con la mano derecha un objeto. Una vez en sus manos el objeto, debía continuar con el movimiento hasta dejar el objeto de nuevo a la parte izquierda de la silla, estirándose nuevamente al máximo.

Además de a los movimientos de prevención, a los usuarios se pedía la realización de una transferencia. En la ejecución de ésta la persona en silla de ruedas debía pasar de su silla a una silla lateral y volver a la postura original. Hay múltiples **transferencias**, las que más atención han centrado son las transferencias desde la silla de ruedas hacia el retrete y la cama. En cierta medida, la transferencia propuesta podemos asimilarla a una transferencia de la silla de ruedas al retrete.

### *3.3.1.3. Variables de valoración de los escenarios de presión*

Los resultados y análisis de presiones presentados en este trabajo de investigación se refieren a las presiones obtenidas con el maniquí y las correspondientes a la postura de sedestación correcta. Los diferentes escenarios de valoración de presiones descritos anteriormente fueron determinantes para la valoración subjetiva de las personas en silla de ruedas de los cojines. Elementos como la sensación de balanceo o escurrimiento cobran mayor sentido cuando el usuario ha intentado impulsarse o transferirse desde y hacia la silla de ruedas.

A continuación se describen las variables utilizadas para el análisis de los resultados de los ensayos de presiones. Tanto las superficies como el índice de dispersión vienen definidas en la (ISO/PDTR 16840-9 2013).

#### Superficies

**Superficie de contacto (S)**, mide el área de contacto cojín-persona o cojín-maniquí. Corresponde al área de los sensores de la manta de presiones que se encuentran activos

en cada momento. Áreas mayores de contacto, en principio, corresponderían a mejores distribuciones de presiones.

**Índice de distribución (ID)**, mide el porcentaje de la presión que va a parar en la zona isquiática en comparación con el resto de las nalgas (considerando siempre sólo los sensores activos).

#### Presiones máximas

Las presiones analizadas fueron **la presión máxima 10% (PMax10)** y **la presión máxima 25% (Pmax25)**, resultado de calcular la presión media del 10% o 25% de los sensores que registran los valores máximos de presión para un momento dado.

Estos dos parámetros no están incluidos en (ISO/PDTR 16840-9 2013), si bien van en la línea de la definición del índice de presión máxima, definido como la media de presiones en un área de 10 cm<sup>2</sup> alrededor del punto máximo de presiones, para evitar la medida de pico máximo de presiones por la falta de repetibilidad.

### 3.3.2. Metodología


La caracterización mecánica de los cojines se realizó en el laboratorio del IBV. Los protocolos se basan en la norma ISO16840-2:2007 y procedimientos propios del IBV.

#### 3.3.2.1. Rigidez horizontal

##### Equipamiento

La figura 3.12 describe el sistema de aplicación de carga horizontal.

Figura 3.12. Sistema de aplicación de carga para el ensayo de rigidez horizontal

SISTEMA	ELEMENTOS PRINCIPALES DE LA MÁQUINA DE ENSAYOS DE RIGIDEZ HORIZONTAL
	<ul style="list-style-type: none"><li>● Sistema para aplicar un desplazamiento de 1 cm en la dirección frontal</li><li>● Sistema para medir el tiempo</li><li>● Sistema para medir la evolución de la fuerza, inicial cuando se provoca el desplazamiento y final (transcurridos 60 segundos) cuando se lo mantiene</li><li>● Sistema de articulación del maniquí rígido a 1 metro de altura.</li></ul>

---

### Objetivo

El objetivo de la medida de la rigidez horizontal es obtener un indicador relacionado con la fuerza de fricción y el esfuerzo tangencial que se da en la interfaz cojín-persona bien sea una situación estática o dinámica.

### Resultado

Fuerza inicial y final (transcurridos 60 segundos) en newtons.

#### 3.3.2.2. Histéresis

### Equipamiento

- Sistema para aplicar una carga con una rampa de velocidad 25N/s desde 50N iniciales hasta 750N y vuelta a 50N.
- Sistema para medir el desplazamiento y la deformación del cojín.

### Objetivo

Obtener un indicador de la capacidad de absorción de energía del cojín.

### Resultados


Desplazamientos a los 250N, 500N y 750N en la dirección ascendente más el área que queda cerrada dentro de un gráfico fuerza-deformación al ejecutarse un ciclo de carga y descarga. La condición de carga inicial era de 50N.

#### 3.3.2.3. Amortiguamiento de impactos

### Equipamiento

La figura 3.13 describe el sistema para el ensayo de amortiguamiento de impactos.

Figura 3.13. Descripción del sistema para el ensayo de amortiguamiento de impactos

SISTEMA	ELEMENTOS PRINCIPALES DE LA MÁQUINA DE ENSAYOS DE AMORTIGUAMIENTO IMPACTOS
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Maniquí con 500N de carga sobre un cojín</li><li>• Plan inclinado con dos posiciones intercambiables de forma instantánea desde 10° hasta 5°</li><li>• Acelerómetro con frecuencia de muestreo de 5000 Hz</li></ul>

Objetivo

Medir la capacidad de absorción de incrementos bruscos de carga por parte del cojín, por ejemplo al bajar un escalón.

Resultados

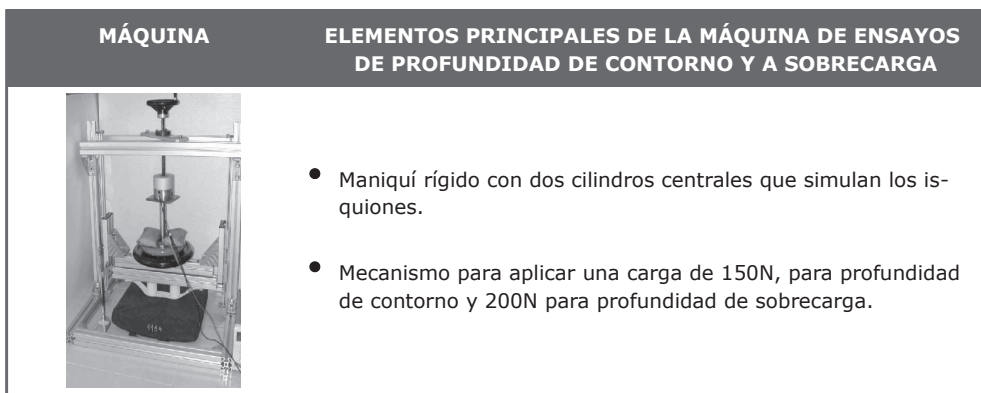
Los parámetros registrados son la señal de la aceleración, durante los 5 segundos siguientes al cambio de posicionamiento de los 10° a los 5°. El valor de la aceleración en el segundo pico fue el parámetro de comparación de las medidas.

3.3.2.4. Profundidad de contorno y sobrecarga

Equipamiento

La figura 3.14 muestra el sistema de ensayo de profundidad de contorno y sobrecarga.

Figura 3.14. Descripción del sistema de aplicación de carga para el ensayo de profundidad de contorno y sobrecarga



Objetivo

Caracterizar la capacidad del cojín de recoger la forma de las nalgas, teniendo en cuenta el contorno inicial del cojín y la deformación producida por la carga «normal» de la persona, y caracterizar la capacidad del cojín por soportar sobrecarga sin colapsarse.

Resultados

Valores deformación del cojín para cada una de las dos cargas.



---

#### 3.3.2.4. Recuperación de la deformación

##### Equipamiento

- Maniquí rígido para aplicar una carga de 145N (inicial) a 500N (final). La carga final se mantiene durante 20 minutos
- Sistema por monitorizar la deformación en los puntos diversos de la prueba: (1) carga inicial de 145N, (2) después de período de 20 minutos de carga con 500N, (3) después de los 10 primeros según sin carga (recuperación rápida) y (4) al finalizar los 20 minutos finales sin carga (recuperación lenta).

##### Objetivo

Valorar la capacidad del cojín para recuperar la forma original después de estar sometido a carga.

##### Resultados

Los parámetros obtenidos son la deformación del cojín para cada uno de los cuatro puntos definidos tanto con carga como sin carga.

#### 3.3.2.5. Peso y dimensiones

##### Equipamiento

Una báscula y una cinta métrica con precisión de un decimal de kilogramo para la báscula y de un milímetro para las dimensiones.

##### Objetivo

Caracterizar las dimensiones y el peso de los cojines. Mientras que el peso del cojín se relaciona sobre todo con la facilidad de manejo y maniobra de los cojines, por ejemplo al transferirse de forma autónoma de la silla de ruedas en el coche; las dimensiones del cojín serían importantes tanto para la relación con las dimensiones de la persona como para la relación con las dimensiones de la silla de ruedas.

##### Resultados


Valor del peso de cada uno de los cojines redondeado al primer decimal y longitudes en las tres dimensiones del cojín ajustadas al milímetro.

### 3.3.2.6. Medida de presiones con el maniquí «gel butt»

#### Equipamiento

La figura 3.15 describe el sistema para el ensayo de presiones.

**Figura 3.15. Descripción del sistema de aplicación de presiones con maniquí**

MÁQUINA	ELEMENTOS PRINCIPALES DE LA MÁQUINA DE ENSAYOS DE PRESIONES
	<ul style="list-style-type: none"><li>• <u>Sistema de registro de presiones</u> (pliance 16P Mobile de la casa Novel)</li><li>• <u>Maniquí de muslos 'gel butt'</u> fabricado por Beneficial Designs, dentro del trabajo de desarrollo de la norma ISO 16840-2.</li><li>• Este maniquí se caracteriza por estar formado por una masa gelatinosa con forma de muslos con una estructura ósea insertada</li></ul>

#### Objetivo

Medir presiones para comparar el comportamiento de diferentes cojines sin necesidad de medir con personas, usuarias o no de silla de ruedas.

#### Resultados

Registros de superficie (S), presiones (Pmax10 y Pmax25) e índice de distribución (ÍD).

### 3.3.2.6. Valoración de las presiones en la interacción cojín-persona

#### Equipamiento

- Sistema de registro de presiones (Pliance 16P Mobile de la casa Novel)
- Sistema de doble cilindro para impulsiones estáticas
- Silla de ruedas
- Madera de 400 x 400 mm<sup>2</sup> para homogeneizar la base del cojín

#### Objetivo

Poder comparar el comportamiento de diferentes cojines partiendo de medidas reales de presiones de usuarios.

---

## Resultados

Los parámetros obtenidos fueron: superficie de contacto, índice de distribución y dos aproximaciones a las presiones máximas Pmax25 y Pmax10.

### 3.3.2.7. Valoración subjetiva

#### Instrumentos

La tabla 3.8 muestra los parámetros y las escalas de evaluación empleadas.

**Tabla 3.8. Descripción de las variables subjetivas y escalas de baremación**

Escalera de evaluación	Parámetro evaluado
<b>1. Buena</b> <b>2. Normal</b> <b>3. Mala</b>	-Valoración global (inicial/final) -Estética del cojín
<b>1. Cómodo</b> <b>2. Normal</b> <b>3. Incómodo</b>	-Comodidad (inicial/final)
<b>1. Mucha</b> <b>2. Poca</b> <b>3. Nada</b>	-Sensación de encajonado y dificultad miedo moverse (inicial/final) -Sensación de balanceo -Percepción de irregularidades del suelo -Amortiguamiento de impactos durante transferencias -Hundimiento en el cojín -Escurrimiento en la silla
<b>1. Intensa</b> <b>2. Ligera</b> <b>3. Nada</b>	-Percepción puntos de concentración de presión (dolor) -Sensación de frío -Sensación de calor
<b>1. Excesivo</b> <b>2. Correcto</b> <b>3. Demasiado ligero</b>	-Peso del cojín -Firmeza del cojín -Grueso del cojín -Acoplamiento del cojín en la silla

La evaluación subjetiva de los cojines se basaba en un cuestionario de 20 preguntas de carácter genérico y específico. Las de carácter genérico incluían la valoración del confort y global del cojín. Estas dos se preguntaban al principio y al final del ensayo, así como la de sensación de encajado. Por lo que respecta a las de carácter específico sólo se preguntaron al finalizar el ensayo y hacían referencia a sensaciones tan diversas como balanceo, amortiguación de impactos o percepción estética.

Además de los aspectos relacionados con la caracterización mecánica de los cojines y el comportamiento a presiones se hacían preguntas relativas al comportamiento térmico (sensación de frío y calor) y a la valoración estética. El cuestionario e instrumentos utilizados por obtener la opinión de los usuarios vienen recogidos en el Anexo I. *Cuestionarios*.

*Objetivo*

Obtener una valoración por parte de los usuarios de las consecuencias de uso de los cojines, con la finalidad de buscar posibles relaciones con las características de definición de los cojines y los valores de la interacción biomecánica cojín-persona.

*Resultados*

Valoración por parte de los usuarios de las diferentes cuestiones planteadas.

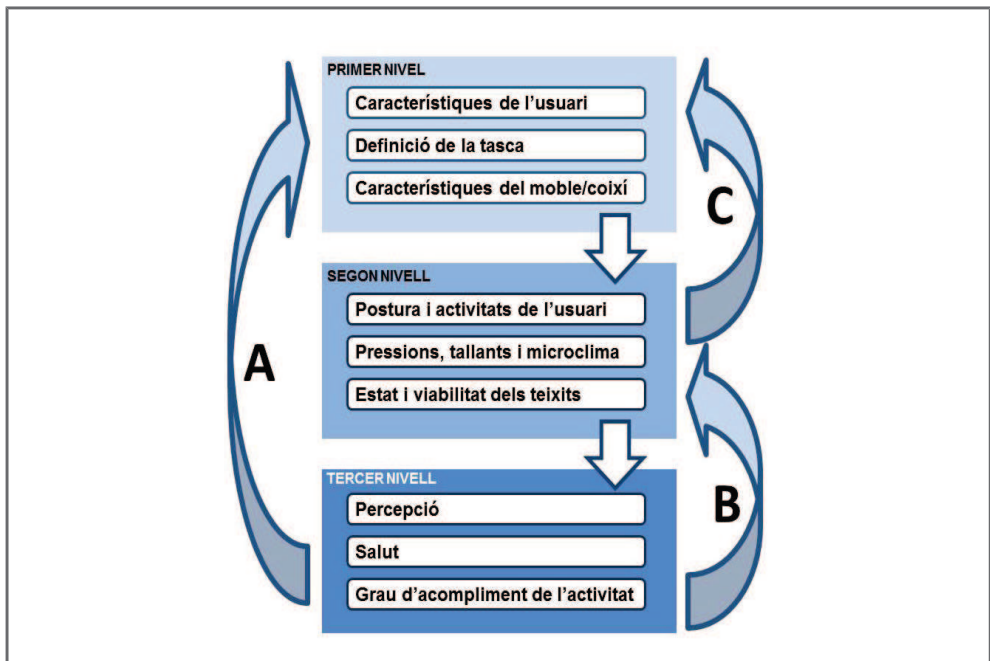
### 3.4. Análisis y tratamiento de los datos

La descripción de los datos obtenidos de las diferentes pruebas y valoraciones por ella misma ya tiene un valor. Este valor crece si somos capaces de mirar más allá de los datos directos. Con esta finalidad se ha desarrollado un gran número de técnicas estadísticas. Este apartado presenta las técnicas de análisis de datos usadas y la información final obtenida.

#### 3.4.1. Esquema de tratamiento

Como ya se ha insistido, en diferentes puntos de este trabajo de investigación, el esquema de tratamiento es el propio de tres niveles usado en el mundo de la ergonomía (ver figura 3.16). Dentro de este esquema el análisis de los resultados nos debería permitir deshacer el camino desde las consecuencias de la interacción a los elementos de diseño. Sólo así podríamos ser capaces de desarrollar productos ajustados a las necesidades de las personas.

Figura 3.16. Proceso de evaluación y generación de criterios de diseño de mobiliario



Fuente: elaborado y adaptado a partir de (García et al. 1992)

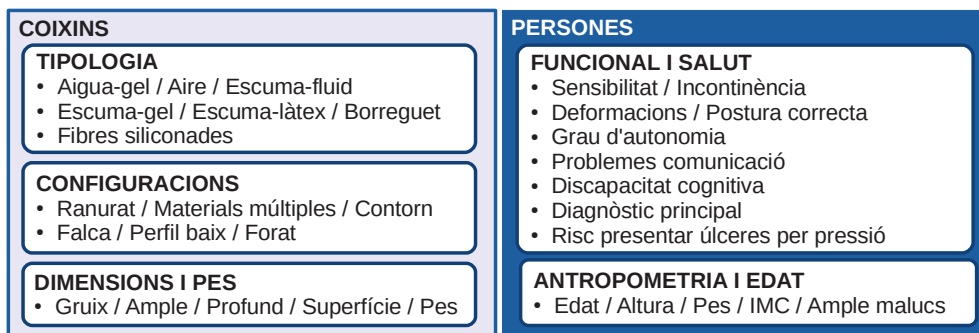
### 3.4.2. Caracterización de las personas y de los cojines (nivel 1)

#### 3.4.2.1. Descripción básica de las personas y de los cojines

Para la descripción básica de las personas hemos utilizado por una parte las características funcionales y de salud, y por otra los valores antropométricos y la edad. Dentro de las características funcionales y de salud entra por ejemplo la descripción de situaciones de incontinencia, la presencia de deformidades o el grado de riesgo de desarrollar úlceras. Dentro de los parámetros de antropometría se midieron la altura, el peso, el índice de masa corporal y el ancho de las caderas.

Para la descripción básica de los cojines hemos considerado tres elementos: tipología, configuración y dimensiones. La tipología hace referencia al material principal del cojín y es también el nombre con el que habitualmente se denomina este tipo de cojines en el mercado. Bajo la denominación de configuración entran diferentes elementos estructurales, desde ranurados a la presencia de capas de materiales diversos. Otro aspecto básico de los cojines son las dimensiones y el peso. Las dimensiones permiten valorar el grado de ajuste a la silla y el peso es un indicador de la maniobrabilidad del cojín. La figura 3.17 muestra los parámetros de caracterización básica para las personas y para los cojines.

Figura 3.17. Variables de caracterización básica de las personas y de los cojines



La descripción básica de los cojines y de las personas se ha basado en un análisis descriptivo, la obtención de parámetros estadísticos de valor y distribución de la muestra y la elaboración de diagramas de cajas. La figura 3.18 muestra las herramientas empleadas para el análisis de las características básicas de las personas y de los cojines.

Figura 3.18. Herramientas de análisis estadístico para la descripción de las personas y de los cojines

COIXINS	PERSONES
<b>ANÀLISI DESCRIPTIVA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mitjana / Desviació típica / Rang / Valors màxims i mínims / Percentils (25-50-75)</li> </ul>	
<b>GRÀFICS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Diagrames de caixes</li> </ul>	

### 3.4.2.2. Caracterización a microclima, mecánica y a presiones de los cojines

Para la caracterización a microclima realizamos ensayos de tiempo de latencia y grado de estabilización así como cálculos teóricos para estimar la capacidad calorífica y la conductividad térmica. Para la caracterización mecánica calculamos la rigidez horizontal, la histéresis, el amortiguamiento a impactos y la profundidad de contorno y a sobrecarga. De igual forma realizamos un ensayo con un maniquí para valorar el comportamiento teórico a presiones. La figura 3.19 muestra el conjunto de las variables.

Figura 3.19. Variables de caracterización de los cojines a microclima, mecánica y presiones

MICROCLIMA	MECÀNICA I PRESSIONS
<b>CARACTERITZACIÓ TÈRMICA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Temps de latència</li> <li>Grau d'estabilització</li> </ul>	<b>CARACTERITZACIÓ MECÀNICA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rigidesa horitzontal</li> <li>Histéresi</li> <li>Esmorteïment d'impactes</li> <li>Profunditat de contorn i sobrecàrrega</li> </ul>
<b>CÀLCULS TEÒRICS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacitat calòrica estimada</li> <li>Conductivitat tèrmica estimada</li> </ul>	
	<b>CARACTERITZACIÓ PRESSIONS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Maniquí 'gel butt' (superfície, índex de distribució, Pmax25, Pmax10)</li> </ul>

El análisis de los datos relativos a la caracterización a microclima, mecánica y a presiones se realizó de forma semejante a las características básicas. La figura 3.20 muestra las herramientas de análisis utilizadas.

Figura 3.20. Herramientas de análisis estadístico para la caracterización de los cojines

MICROCLIMA	MECÀNICA I PRESSIONS
<b>ANÀLISI DESCRIPTIVA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mitjana / Desviació típica / Rang / Valors màxims i mínims / Percentils (25-50-75)</li> </ul>	
<b>GRÀFICS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Diagrames de caixes / Representació de mitjanes</li> </ul>	

### 3.4.3. Caracterización de la interacción cojín-persona (nivel 2)

Durante el ensayo a microclima, con personas sanas, se registraron de forma continua la humedad y la temperatura tanto en la zona isquial como en el espacio poplíteo. A partir de estas variables calculamos los valores de temperatura y humedad, en el momento inicial, a los diez minutos, a los veinte y en momento final del ensayo. De forma parecida se calcularan los incrementos correspondientes. Durante el ensayo de presiones, una vez conseguida la «sedestación correcta» registramos la superficie de contacto, el índice de distribución y dos indicadores de la presión máxima: Pmax25 y pmax10. La figura 3.21 recoge las variables utilizadas.

Figura 3.21. Variables de caracterización de la interacción cojín-persona agrupadas en microclima o mecánicas y de presiones

MICROCLIMA	MECÀNICA I PRESSIONS
<b>TEMPERATURA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura (Ti, T10, T20, T40)</li> <li>• Incrementos de temperatura (<math>\Delta T_{i-10}</math>, <math>\Delta T_{10-20}</math>, <math>\Delta T_{20-40}</math>, <math>\Delta T_{i-40}</math>)</li> </ul>	<b>ESCENARIS ESTÀTICS I DINÀMICS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sedestació correcta / espontània</li> <li>• Impulsió / Pulsió</li> <li>• Trasllet de pes / Transferència</li> </ul>
<b>HUMITAT</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura (Hi, H10, H20, H40)</li> <li>• Incrementos de temperatura (<math>\Delta H_{i-10}</math>, <math>\Delta H_{10-20}</math>, <math>\Delta H_{20-40}</math>, <math>\Delta H_{i-40}</math>)</li> </ul>	<b>CARACTERITZACIÓ PRESSIONS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Superfície de contacte</li> <li>• Índex de distribució</li> <li>• Pressions màximes (Pmax25, Pmax10)</li> </ul>

La figura 3.22 muestra las herramientas de análisis estadístico utilizadas.

Figura 3.22. Herramientas estadísticas por analizar la interacción cojín-persona agrupadas en microclima o mecánicas y de presiones

MICROCLIMA	MECÀNICA I PRESSIONS
<b>ANÀLISI DESCRIPTIVA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitjana / Desviació típica / Rang / Valors màxims i mínims / Percentils (25-50-75)</li> </ul>	
<b>GRÀFICS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrames de caixes</li> <li>• Variable en funció del temps</li> </ul>	<b>GRÀFICS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrames de caixes</li> <li>• Representació de mitjanes</li> </ul>
<b>CORRELACIONS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pearson</li> </ul>	
<b>ANÀLISI FACTORIALS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rotació de components</li> </ul>	
<b>ANÀLISI VARIÀNCIA UNIVARIANT</b>	



---

Con respecto a la caracterización a nivel 1 de microclima se ha incorporado la elaboración de gráficos en función del tiempo. Igualmente, hemos hecho un análisis de correlaciones y factorial. En la parte de herramientas de análisis de las presiones se ha añadido el análisis de regresión para independizar los valores de las variables de presión con respecto al usuario. Los siguientes párrafos describen brevemente las correlaciones estadísticas, el análisis factorial y el análisis de regresión. Esta información se ha elaborado a partir de fuentes diversas (Page del Pozo 1995; Carrasco de la Peña & Hernán Huerta 1993; Carrasco de la Peña 1995).

Las correlaciones **estadísticas** permiten identificar la fuerza y el sentido de la relación entre dos variables. El coeficiente de Pearson se puede utilizar para medir la relación lineal entre dos variables cuantitativas. El valor del coeficiente de Pearson varía en el intervalo  $[-1,1]$ . Para valores  $r=1$  existe una correlación positiva perfecta, cuando una de las variables aumenta, la otra también lo hace en proporción constante. Para valores  $r=-1$ , estamos ante una relación negativa perfecta, cuando una de las variables aumenta, la otra disminuye en proporción constante. Valores  $r=0$ , indicarían que no existe relación lineal, mientras que si  $0 < r < 1$  existiría correlación positiva, y por el contrario si  $-1 < r < 0$  existiría correlación negativa. Las correlaciones analizadas han sido los valores de humedad respecto los de temperatura, o las presiones máximas respecto la superficie de contacto.

El **análisis factorial** permite identificar un número relativamente reducido de factores que pueden ser utilizados para representar las relaciones entre un conjunto de variables. El objetivo es conseguir reducir el número de variables iniciales y sustituirlas por un número menor de factores independientes. La asunción básica del análisis factorial es que los factores pueden utilizarse para explicar la naturaleza compleja de la información adoptada por las variables originales de forma más sencilla. Así, las correlaciones entre las variables originales pueden ser explicadas a partir de los factores compartidos. Por ejemplo, las variables analizadas de microclima se podían caracterizar básicamente en cuatro factores referentes a temperatura y humedad iniciales por un lado, e incrementos de temperatura y humedad por otro lado.

El **análisis de la varianza univariante** es un análisis lineal que permite aislar el efecto de algún parámetro en el valor de la variable estudiada. En nuestro caso lo hemos utilizado para controlar el efecto del sujeto en las medidas de las variables relacionadas con la presión. La fórmula siguiente representa el modelo subyacente:

$$N_{ij} = X + e_{\text{cojín } i} + e_{\text{usuario } j} + \varepsilon$$

Donde:

- $N_{ij}$  es el valor de la variable, por ejemplo presión, para el cojín  $i$  y usuario  $j$
- $X$  es una constante
- $e_{\text{cojín } i}$  es la presión correspondiente al cojín  $i$
- $e_{\text{usuario } j}$  es la presión correspondiente al usuario  $j$
- $\varepsilon$  es el error o la diferencia entre la medida real con usuario y la estimada

### 3.4.4. Relación entre las variables de caracterización e interacción (niveles 1 y 2)

Para analizar la relación entre las variables de caracterización e interacción (niveles 1 y 2), las herramientas estadísticas utilizadas han estado: las correlaciones, el análisis de la varianza y la representación gráfica. el análisis ha sido el mismo para microclima que para los parámetros mecánicos y de presiones, como viene recogido en la figura 3.23.

Figura 3.23. Herramientas estadísticas para analizar la relación entre las variables de los niveles 1 y 2

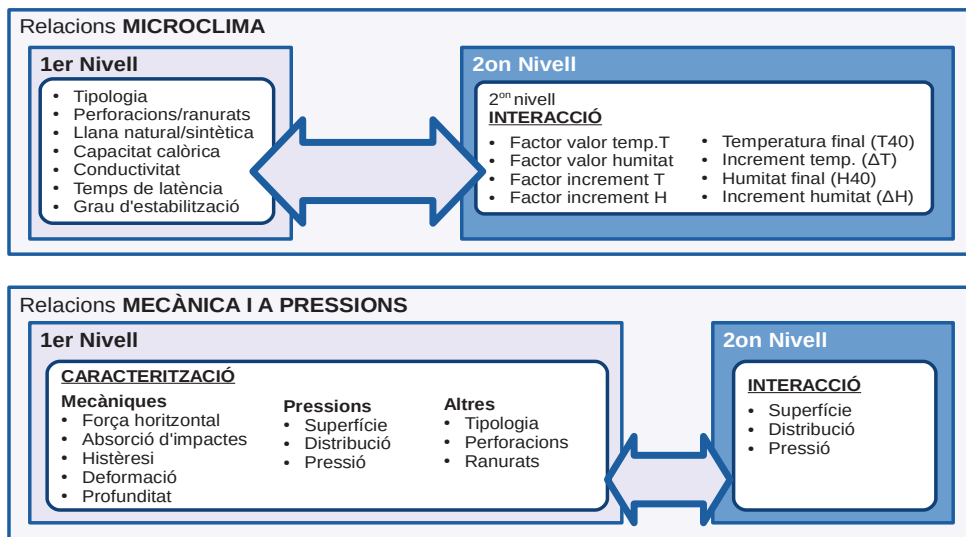
MICROCLIMA	MECÀNICA I PRESSIONS
<b>CORRELACIONS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pearson</li> </ul>	
<b>ANÀLISI DE LA VARIÀNCIA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ANOVA / Test de Bonferroni / Test de Scheffé</li> </ul>	
<b>GRÀFICS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrama de caixes / Representació mitjanes – grups homogenis</li> </ul>	

Las correlaciones se han hecho entre variables de niveles diferentes pero también entre variables y componentes factoriales. El análisis de la varianza se ha realizado, normalmente teniendo en cuenta la tipología del cojín como variable independiente. Así se ha identificado la existencia de diferencias significativas en los valores de algunas variables o componentes factoriales en función de la tipología del cojín. Para valorar si las diferencias eran significativas, hemos utilizado el test de Bonferroni en la comparación entre parejas de valores, y el de Sheffé para identificar subconjuntos homogéneos.

Para la representación gráfica de estas diferencias hemos utilizado los diagramas de cajas y los de representación de medias sobre los que hemos superpuesto los grupos homogéneos identificados y las diferencias entre parejas.

La figura 3.24 muestra el esquema general de las variables y factores involucrados en el análisis, tanto desde la perspectiva del microclima como desde la perspectiva mecánica y a presiones.

**Figura 3.24. Representación del esquema de análisis entre las variables de caracterización de los cojines y las de interacción cojín-persona para microclima, variables mecánicas y presiones**



### 3.4.5. Consecuencias de la interacción cojín-persona (nivel 3)

La figura 3.25 presenta, organizadas desde la perspectiva de lo que se preguntó a cada uno de los participantes en el estudio, las variables de valoración de las consecuencias de la interacción cojín-persona. Estas variables también atienden a la separación básica de variables de microclima, variables mecánicas y a presiones.

Las personas sanas participaron en el estudio de microclima y durante el mismo, en diferentes momentos, se preguntó sobre el confort climático, la sensación higroscópica y térmica así como una valoración global de los cojines desde la perspectiva térmica. El anexo de cuestionarios contiene las preguntas pasadas a las personas sanas.

Las personas en silla de ruedas hicieron los ensayos en los diferentes escenarios (pulsión, impulsión, traslado de peso y transferencia) y se preguntó sobre diferentes aspectos, sobre todo los relacionados con características mecánicas y de comportamiento a presión, pero también de carácter general y referentes a la sensación de frío y calor. El anexo de cuestionarios contiene las preguntas pasadas a las personas en silla de ruedas.

Figura 3.25. Variables de caracterització de les conseqüències de la interacció coixin-persona

POBLACIÓ SANA	POBLACIÓ EN CADIRA DE RODES
<p><b>MICROCLIMA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Confort climàtic</li> <li>• Sensació higroscòpica</li> <li>• Sensació tèrmica</li> <li>• Valoració global tèrmica</li> </ul>	<p><b>GENERAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Confort inicial / final</li> <li>• Valoració global inicial / final</li> <li>• Estètica</li> <li>• Dolor</li> </ul> <p><b>MECÀNICA I PRESSIONS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Encaixonat / Balanceig</li> <li>• Esmorteïment / Enfonsament</li> <li>• Escorriments / Pes</li> <li>• Fermesa / Gruix</li> <li>• Acoblament</li> </ul> <p><b>MICROCLIMA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensació de fred</li> <li>• Sensació de calor</li> </ul>

La figura 3.26 llista aquestes eines estadístiques, distingint entre les que s'utilitzen per avaluar el microclima, la caracterització mecànica i la pressió, i les centrades directament en totes les valoracions dels usuaris.

Figura 3.26. Herramientas estadísticas para analizar las consecuencias de la interacción cojín-persona

MICROCLIMA	MECÀNICA I PRESSIONS
<p><b>ANÀLISI DESCRIPTIVA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitjana / Desviació típica / Rang / Valors màxims i mínims / Percentils (25-50-75)</li> </ul> <p><b>CORRELACIONS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pearson</li> </ul> <p><b>GRÀFICS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrama de caixes / Diagrames importància-freqüència</li> </ul>	
<p><b>POBLACIÓ EN CADIRA DE RODES</b></p> <p><b>ANÀLISI FACTORIALS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rotació de components</li> </ul> <p><b>ANÀLISI IMPORTÀNCIA-FREQÜÈNCIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Respecte als factors globals de bondat i d'evolució</li> </ul>	

En quant a les eines emprades per a l'anàlisi de les variables de valoració de les conseqüències s'ha començat amb un anàlisi descriptiu i després les correlacions i diagrames de barres. Per altra banda, es va realitzar un anàlisi factorial per a totes les variables de valoració subjectiva de les persones en cadires de rodes, així com un anàlisi d'importància-freqüència.

**El análisis de importancia-frecuencia** (Page et al. 2001) permite categorizar la incidencia de variables diferentes respecto a los factores genéricos de evaluación, como por ejemplo, la valoración global de un producto. Habitualmente, este tipo de análisis se hace mediante una representación gráfica, que da lugar a cuatro cuadrantes: muy importante / muy frecuente, muy importante / poco frecuente, poco importante / muy frecuente, poco importante / poco frecuente. En esta representación las variables situadas en el cuadrante muy importante / muy frecuente serían las que requieren una atención prioritaria. Por contra, las variables localizadas en los cuadrantes poco importante / poco frecuente, en principio, son las menos prioritarias. Los otros dos cuadrantes se encontrarían en un grado de prioridad intermedio. Para la categorización de las variables se ha tenido en cuenta el valor de la correlación con los factores principales (importancia) y la frecuencia de las valoraciones negativas.

### 3.4.6. Relación entre los niveles de caracterización y consecuencias (niveles 1 y 3)

Para el análisis de la relación entre las variables de caracterización y consecuencias (niveles 1 y 3), se han utilizado las herramientas estadísticas siguientes: las correlaciones, el análisis de la varianza y la representación gráfica. El análisis ha sido el mismo para microclima que para los parámetros mecánicos y de presiones, como recoge la figura 3.27.

Figura 3.27. Herramientas estadísticas por analizar la relación entre las variables de los niveles 1 y 3

MICROCLIMA	MECÀNICA I PRESSIONS
<b>CORRELACIONS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pearson</li> </ul>	
<b>ANÀLISI DE LA VARIÀNCIA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ANOVA / Test de Scheffé / Test de Bonferroni</li> </ul>	
<b>GRÀFICS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Representació mitjanes – grups homogenis</li> </ul>	
<b>REGRESSIÓ LOGÍSTICA BINÀRIA</b>	

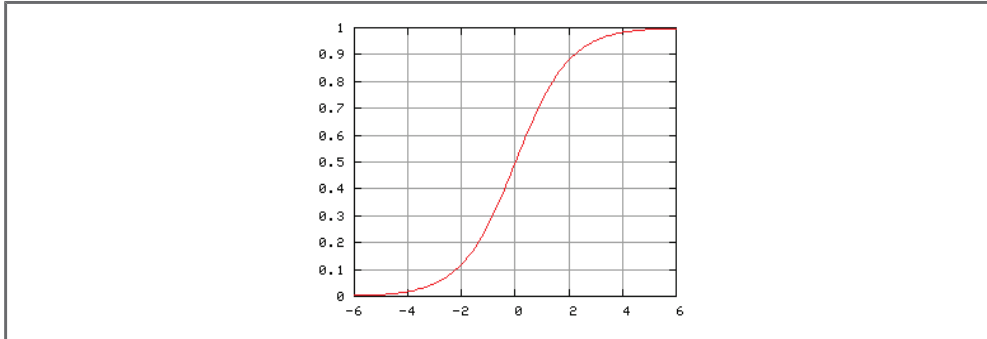
Para el análisis de las interacciones entre los niveles 3 y niveles primero y segundo hemos incorporado otra herramienta de análisis, la regresión logística binaria. La **regresión logística binaria** se utiliza cuando estamos interesados al pronosticar la probabilidad de que ocurra o no un suceso determinado. Por ejemplo, a la vista de unos valores de las variables de diseño del cojín, la probabilidad que una persona tenga sensación de escurrimiento o dolor.

El modelo de regresión logística parte de la hipótesis que todos los datos siguen el modelo siguiente:

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + \dots + b_k * x_k + u = x * b + u$$

La representación gráfica de este modelo se caracteriza por la función de distribución, representada en la figura 3.28.

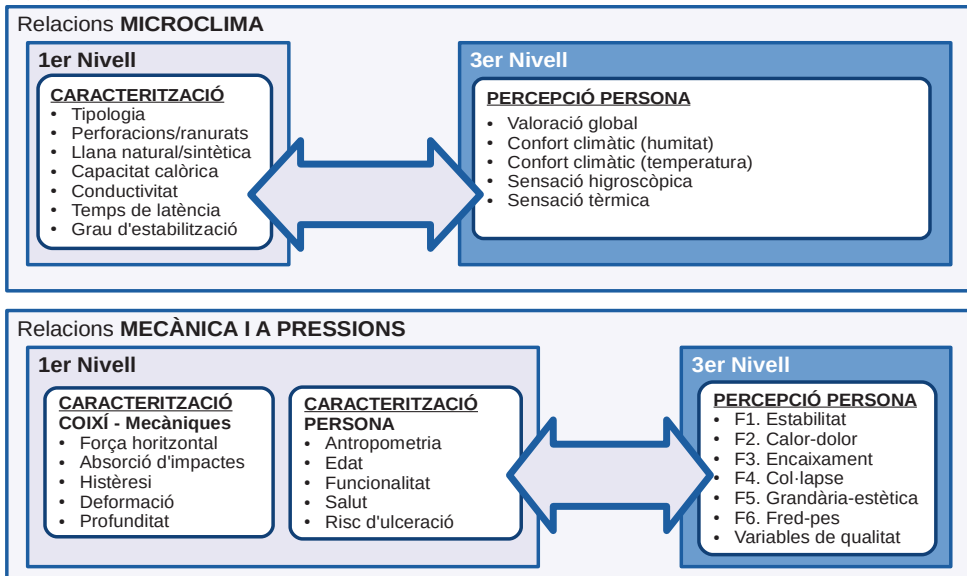
Figura 3.28. Representación de la función de distribución logística



Font: Logistic-curve. Wikimedia Commons

La figura 3.29 muestra el esquema general con las variables y factores involucrados analizados, desde las diferentes perspectivas.

Figura 3.29. Representación del esquema general de análisis entre las variables de caracterización de los cojines y las consecuencias de la interacción cojín-persona



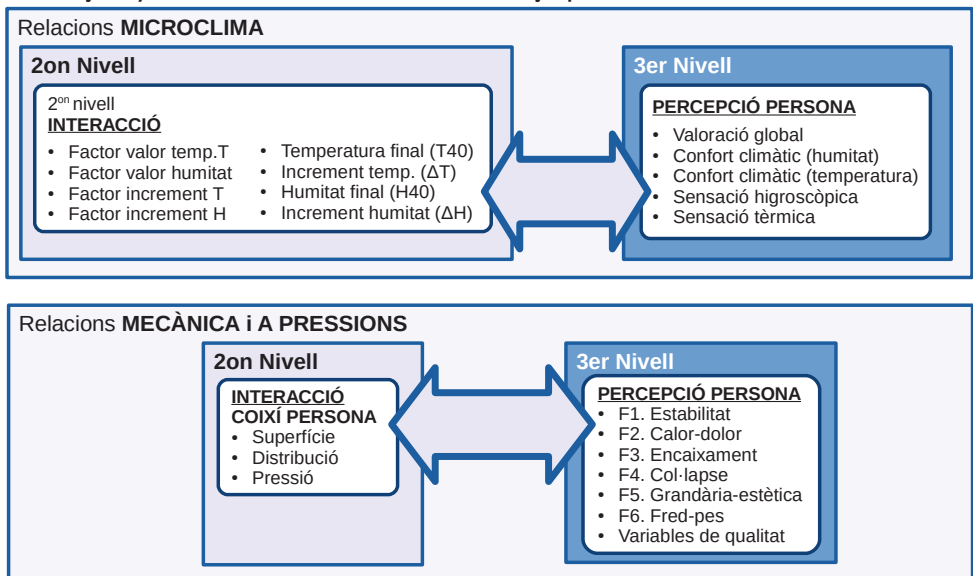
### 3.4.7. Relación entre los niveles de interacción y consecuencias (niveles 2 y 3)

Para el análisis de la relación entre las variables de interacción y consecuencias (niveles 2 y 3), hemos utilizado las herramientas estadísticas siguientes: las correlaciones, el análisis de la varianza y la representación gráfica. El análisis ha sido el mismo para microclima que para los parámetros mecánicos y de presiones, como viene recogido en la figura 3.30. La figura 3.31 muestra el esquema general de las variables y factores involucrados en el análisis, tanto desde la perspectiva del microclima como desde la perspectiva mecánica y a presiones.

Figura 3.30. Herramientas estadísticas por analizar la relación entre las variables de los niveles 2 y 3

MICROCLIMA	MECÀNICA I PRESSIONS
<b>CORRELACIONS</b>	
• Pearson	
<b>ANÀLISI DE LA VARIÀNCIA</b>	
• ANOVA / Test de Scheffé / Test de Bonferroni	
<b>GRÀFICS</b>	
• Representació mitjanes – grups homogenis	
<b>REGRESSIÓ LOGÍSTICA BINÀRIA</b>	

Figura 3.31. Representación del esquema general de análisis entre las variables de caracterización de los cojines y las consecuencias de la interacción cojín-persona







---

# Capítulo 4

## Resultados

### Introducción

Este capítulo recoge los resultados principales de la investigación, los analiza e identifica los elementos clave. El apartado 4.1. presenta los resultados para las variables de caracterización de las personas y de los cojines del estudio. El apartado 4.2. presenta todos los resultados relativos a la interacción cojín-persona medidos en variables biomecánicas y fisiológicas. Por su parte, el apartado 4.3. presenta las consecuencias de esta interacción en función de la evaluación subjetiva y de la percepción manifestada por los usuarios. Finalmente, el apartado 4.4. presenta las relaciones entre los niveles de evaluación.

La figura 4.1 muestra el esquema general de los resultados obtenidos. Las tres columnas agrupan los resultados en función de si se trata de caracterización básica de los cojines y de las personas, primera columna; si hacen referencia a elementos relativos al microclima, segunda columna; o si hacen referencia a la caracterización mecánica y a presiones. Las filas indican el nivel en el que se localizan los resultados. Si se trata de resultados de caracterización, primer nivel; de medida de la interacción biomecánica y fisiológica, segundo nivel; o de las consecuencias de la interacción evaluadas mediante variables subjetivas o de percepción.

Figura 4.1. Presentación general de los resultados según los niveles de análisis del esquema causa-efecto

	COIXINS I PERSONES	MICROCLIMA	MECÀNICA I PRESSIONS
1er Nivell	<p><b>CARACTERITZACIÓ COIXÍ-generals</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipologia</li> <li>• Materials</li> <li>• Dimensions</li> <li>• Elements estructurals</li> </ul> <p>CARACTERITZACIÓ PERSONA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antropometria</li> <li>• Edat</li> <li>• Funcionalitat</li> <li>• Salut</li> <li>• Risc d'ulceració</li> </ul>	<p><b>CARACTERITZACIÓ COIXÍ-microclima</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitat calòrica</li> <li>• Conductivitat</li> <li>• Temps de latència</li> <li>• Grau d'estabilització</li> </ul>	<p><b>CARACTERITZACIÓ COIXÍ - Pressions</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Superfície</li> <li>• Distribució</li> <li>• Pressió</li> </ul> <p><b>CARACTERITZACIÓ COIXÍ - Mecàniques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Força horitzontal</li> <li>• Absorció d'impactes</li> <li>• Histèresi</li> <li>• Deformació</li> <li>• Profunditat</li> </ul>
2on Nivell		<p>INTERACCIÓ COIXÍ-PERSONA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Humitat</li> <li>• Temperatura</li> </ul>	<p>INTERACCIÓ COIXÍ-PERSONA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Superfície</li> <li>• Distribució</li> <li>• Pressió</li> </ul>
3er Nivell		<p>PERCEPCIÓ PERSONA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valoració global</li> <li>• Confort climàtic</li> <li>• Sensació higroscòpica</li> <li>• Sensació tèrmica</li> </ul>	<p>PERCEPCIÓ PERSONA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valoració global</li> <li>• Valoració comoditat</li> <li>• Factors de percepció qualitat</li> </ul>

Tanto para el análisis de las variables de microclima como para las variables mecánicas y de presiones se han identificado las relaciones existentes entre los tres niveles de evaluación. Estas relaciones que han servido de base por establecer los criterios y recomendaciones de diseño. También se han realizado análisis factoriales, con la intención de reducir el número de variables y de varianza, en función, principalmente, de la tipología de los cojines, y poder así identificar diferencias entre tipologías de cojines.

La presentación de los resultados empieza con los aspectos globales de caracterización de las personas y de los cojines. A continuación, se adentra en los aspectos más específicos relacionados con el microclima, las presiones y el comportamiento mecánico.

### Personas y cojines

En cuanto a las personas, los ensayos de la parte específica de microclima los realizan personas sanas. Los ensayos referidos a presiones y otras variables mecánicas los

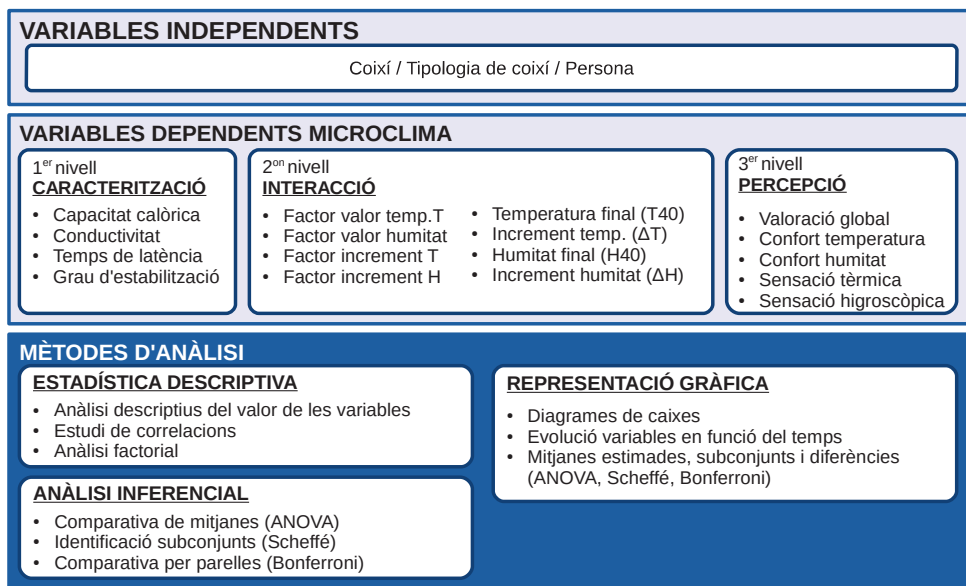
realitzaren persones en silla de rodes. La categorització més importanta per a les persones ha sigut el risc de desenvolupar úlceres per pressió en funció de la valoració en la escala Braden-Bergston.

Respecto a los cojines, los hemos agrupado en siete tipologías, en función de los materiales de construcción: agua-gel (AG), espuma-gel (EG), espuma-fluido (EF), aire (A), borreguito (B), espuma-látex (EL) y fibras (F). En los tres niveles de análisis hacemos referencia constantemente a la tipología de los cojines como variable de comparación.

### *Variables de microclima, mecánicas y a presiones*

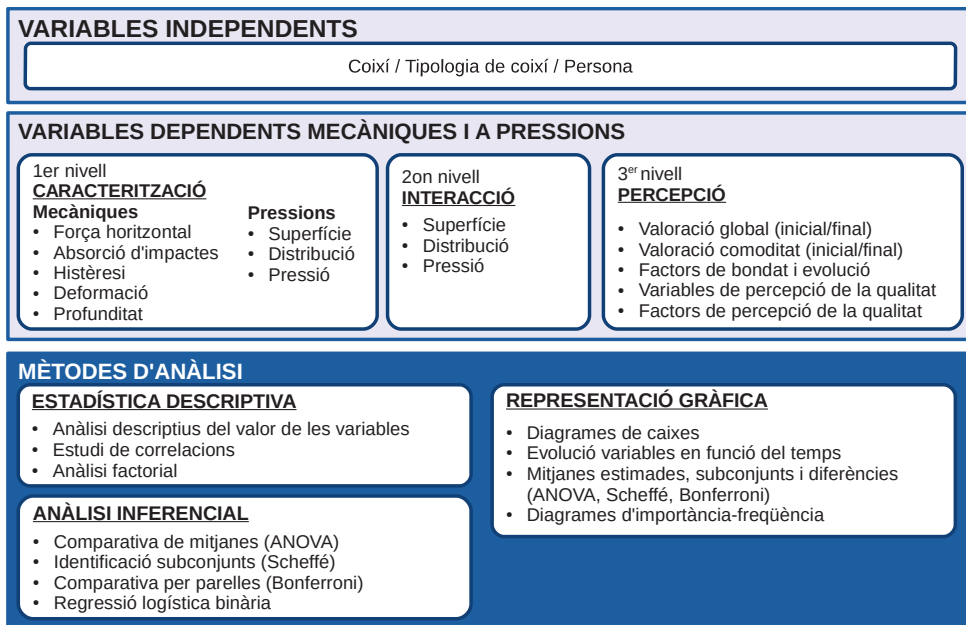
Una adecuada gestión del microclima de la piel está considerada una buena práctica. Para acercarnos a ella nos interesa conocer cómo se caracterizan los cojines, cuál es el resultado de la interacción cojín-persona y cuál es la consecuencia de esta interacción, valorada mediante la percepción que provoca en el usuario. La figura 4.2 muestra las variables estudiadas, agrupadas en función de si son variables independientes o dependientes e identificadas en función de la localización en el esquema causa-efecto. También muestra los métodos de análisis.

**Figura 4.2. Esquema causa-efecto para las medidas de microclima**



Las presiones, y en menor medida los cortantes, son las variables más estudiadas en el ámbito de los cojines. Pero también existen otras variables mecánicas que son de interés, como pueda ser la capacidad de amortiguamiento de impactos o de deformación del cojín. Para las variables mecánicas y a presiones también nos interesa conocer cómo se caracterizan los cojines, cuál es el resultado de la interacción y cuál es la percepción provocada en el usuario. La figura 4.3 muestra las variables estudiadas, agrupadas en función de si se trata de variables independientes o dependientes e identificadas en función del nivel del esquema causa-efecto donde se encuentran localizadas. Igual que para el microclima, la figura 4.3 también muestra los métodos de análisis.

**Figura 4.3. Representación de las variables independientes, dependientes y métodos de análisis para la caracterización mecánica y a presiones de los cojines, de la interacción y de la percepción**



En sentido estricto las variables dependientes del nivel inferior podrían considerarse como independientes del nivel superior. Así, la conductividad del material podría considerarse una variable independiente en su relación con la temperatura de la interfaz cojín-persona, y ésta a su vez, de la valoración del confort térmico. Sin embargo, se ha optado por esta representación por razones de simplicidad.

### ***Desviaciones con respecto al diseño de experimentos original***

El diseño de experimentos preveía la configuración de cuatro grupos de 9 personas, en tres subgrupos en función del riesgo de ulceración. Sin embargo, algunas personas abandonaron el estudio a mitad por problemas de salud. Además, como el número de voluntarios era limitado y no siempre era posible conseguir el perfil de usuario requerido, algunas personas valoraron más cojines de los inicialmente asignados. El número más habitual de cojines ensayados por persona fue 6, con un mínimo de 1 y máximo de 13. Todos los cojines fueron ensayados entre 7 y 9 personas. El cojín C25, utilizado como cojín de referencia, lo ensayaron 33 personas. La tabla 4.1 muestra el detalle.

**Tabla 4.1. Número de personas que ensayaran los diversos cojines**

<b>Nº personas</b>	<b>cojines</b>
33	Cojín C25, cojín que se tomó como referencia
9	Todo el grupo B (C04, C05, C06, C07, C24) Parte del grupo C (C12, C13, C14) Todo el grupo D (C15, C16, C17, C18, C19, C20)
8	Parte del grupo C (C08, C09, C10, C22)
7	Todo el grupo A (C01, C02, C03, C21, C23)

Todas las personas no completaron las pruebas. Por ejemplo, la prueba de impulsión no la hacían las personas en silla de ruedas eléctrica o el traslado de peso no la hacían las personas con problemas de balanceo. Igualmente, algunas personas no cumplimentaron el cuestionario por problemas cognitivos o de comunicación. Con respecto a la distribución de los cojines, la tabla 4.2 muestra la asignación de los 25 cojines a cada uno de los grupos de evaluación. El grupo de cojines más numeroso es el grupo C, con 7 cojines, mientras que los grupos más reducidos son el grupo A y B, con solo 5 cojines.

**Tabla 4.2. Asignación de los cojines, por tipologías, a los grupos del estudio de campo**

<b>Grupo</b>	<b>cojines integrados en el grupo</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Tipologías</b>
<b>Grupo A</b>	C01, C02, C03, C21, C23	20% (5/25)	Aire y agua
<b>Grupo B</b>	C04, C05, C06, C07, C24	20% (5/25)	Aire
<b>Grupo C</b>	C08, C09, C10, C12, C13, C14, C22	28% (7/25)	espuma-fluido y espuma-gel
<b>Grupo D</b>	C11, C15, C16, C17, C18, C19, C20	28% (7/25)	espuma-látex, borreguito, fibras siliconadas y gel
<b>Referencia</b>	C25	4% (1/25)	Espuma

## 4.1. Resultados para las variables de primer nivel. Caracterización de las personas y de los cojines

El estudio de campo duró dos meses y se evaluaron 25 cojines. Participaron 34 personas, 20 hombres (60%) y 14 mujeres (40%). La relación de sillas manuales-eléctricas fue del 50%. Aquí se describe los elementos clave de las personas y de los cojines.

### 4.1.1. Caracterización antropométrica y edad de las personas

La tabla 4.3 muestra la edad y las características antropométricas (altura, peso, IMC y anchura de caderas) de las personas participantes en el estudio.

Tabla 4.3. Medidas antropométricas y edad de las personas participantes en el estudio

Población	Variable	Media	Desv. Típ..	Rango	Mín.	Máx.	Percentiles		
							25	50	75
<b>Conjunto población</b>	<b>Edad</b> (años)	47,1	9	41	26	67	41,8	49	53
	<b>Altura</b> (cm)	159	12	50	130	180	150	159	170
	<b>Peso</b> (kg)	60,4	15,6	54,8	34	88,8	48,8	60,5	74,1
	<b>IMC<sup>1</sup></b>	23,7	5,2	18	15	33	18,8	23,5	27
	<b>Anchura caderas</b> (cm)	38,6	4,9	20	27	47	34,8	39	42,3
<b>Hombres</b>	<b>Edad</b> (años)	46	9,2	34	26	60	38,5	48,5	51,8
	<b>Altura</b> (cm)	159	14	50	130	180	147	160	170
	<b>Peso</b> (kg)	58,3	17	51	34	85	41,2	56,1	75
	<b>IMC</b>	22,6	5	15	17	32	17	22	26
	<b>Anchura caderas</b> (cm)	36,9	5,2	20	27	47	34	37,5	39,8
<b>Mujeres</b>	<b>Edad</b> (años)	48,6	8,8	34	33	67	41,8	49	53,3
	<b>Altura</b> (cm)	159	7,3	22	148	170	152,3	158,5	163,8
	<b>Peso</b> (kg)	63,6	13,3	51,4	37,4	88,8	55,4	64,3	70,2
	<b>IMC</b>	25,3	5,4	18	15	33	21,3	25,5	30,5
	<b>Anchura caderas</b> (cm)	41,0	3,5	13	34	47	38	40,8	43,5

La representación se realiza de forma conjunta y separada por géneros. Las diferencias entre hombres y mujeres son mínimas. La única significativa (sig. < 0,05) es el valor

<sup>1</sup>IMC: Índice de Masa Corporal (Peso/Altura<sup>2</sup>)

medio de la anchura de las caderas, superior en 4 cm para las mujeres, como ocurre con el total de la población.

#### 4.1.2. Caracterización funcional y salud de las personas

##### 4.1.2.1. Sensibilidad en los miembros inferiores e incontinencia

La tabla 4.4 caracteriza las personas según la sensibilidad en los miembros inferiores y la incontinencia. El 26,5% de ellas no tenían sensibilidad en los miembros inferiores. El 55,9% presentaba incontinencia, un 26,5% la tenía fecal y urinaria.

**Tabla 4.4. Sensibilidad en los miembros inferiores y situaciones de incontinencia**

Sensibilidad MMII		Incontinencia			
No	Sí	No	Urinaria	Fecal	Mixta
26,5% (9/34)	73,5% (25/34)	44,1% (15/34)	23,5% (8/34)	5,9% (2/34)	26,5% (9/34)

##### 4.1.2.2. Deformidades y postura sedente 'correcta'

La tabla 4.5 muestra que un 44% de las personas del estudio presentaban algún tipo de deformidad. En cuanto a las desviaciones con respecto a la postura estándar de sedestación propuesta, un 58,8% presentaba desviaciones importantes, un 23,5% alguna variación menor y solo un 17,6% se sentaba en la postura 'correcta'. La presencia de deformidades dificultaba a muchas personas la adopción de la postura 'correcta'.

**Tabla 4.5. Presencia de deformidades y calidad de la postura sedente**

Deformidades		Postura		
Sí	No	Incorrecta	Parcial	Correcta
41,2% (14/34)	58,8% (20/34)	58,8% (20/34)	23,5% (8/34)	17,6% (6/34)

##### 4.1.2.3. Dependencia para realizar alguna de las actividades propuestas

La tabla 4.6 describe la población del estudio según la dificultad (independencia/ dependencia) para realizar alguna de las actividades propuestas. El 20,6% podían realizar de forma independiente todas las actividades, el 8,8% tenía algún problema, mientras que 70,6% necesitaba ayuda importante o no podía realizar la actividad propuesta.

Tabla 4.6. Dificultad (dependencia/independencia) para realizar las actividades propuestas

	Independiente	Parcial	Dependiendo
<b>Dependencia actividad</b>	20,6% (7/34)	8,8% (3/34)	70,6% (24/34)

#### 4.1.2.4. Problemas comunicación y discapacidad cognitiva

La tabla 4.7 muestra como el 26,5% de la población presentaba problemas de comunicación, principalmente vinculados a una dificultad en la comprensión o una dicción deficiente. Igualmente el 11,8% de la población presentaba algún tipo de discapacidad cognitiva. Las encuestas en las que había dudas sobre la calidad de la comprensión de las preguntas y la respuesta dada fueron eliminadas durante el análisis.

Tabla 4.7. Presencia de problemas de comunicación

	Sí	No
<b>Problemas comunicación</b>	26,5% (9/34)	73,5% (25/34)
<b>Discapacitado cognitiva</b>	11,8% (4/34)	88,2% (30/34)

#### 4.1.2.5. Enfermedades presentes entre las personas participantes en el estudio

Existe un grupo muy amplio de enfermedades. La tabla 4.8 recoge sólo las que estaban presentes en más de un 10% de la población, separadas en dos grupos, en función del porcentaje de presencia: (1) entre un 20% y un 30% y (2) menor de un 20% y mayor o igual a un 10%. Otras enfermedades presentes tenían en común el hecho de producir un efecto negativo sobre las estructuras óseas y musculares, en cuanto a reducción de fuerza y capacidad de coordinación de movimientos o presencia de deformaciones corporales como rotación pélvica o escoliosis.

Tabla 4.8. Presencia de enfermedades en la población de estudio

Porcentaje	Enfermedad
<b>20% - 30%</b>	Tetraplejía. Tetraparesia. Ataxia de Friedreich.
<b>&gt;10% - &lt;20%</b>	Lesión Medular. Parálisis cerebral. Espasticitat. Pérdida de equilibrio. Hemiplejía. Esclerosis múltiple. Pérdida de visión.



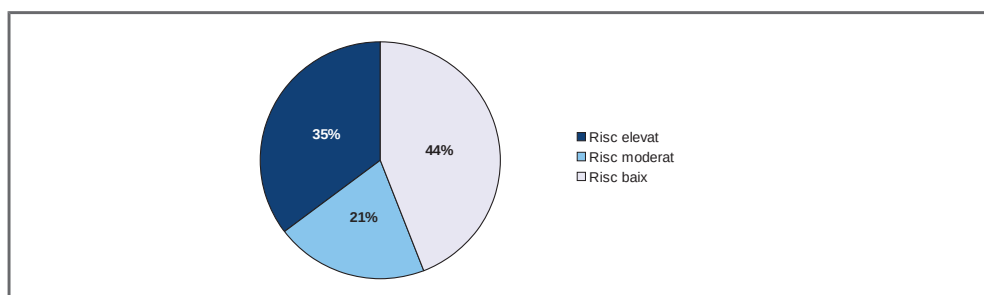
#### 4.1.2.6. Riesgo de presentar úlceras por presión según el baremo Braden-Bergston

La tabla 4.9 muestra la distribución de la población del estudio en función de la clasificación según el riesgo de ulceración de acuerdo con la escala Braden-Bergston. Los valores de hombres y mujeres son semejantes. Esta escala de riesgo da valores comprendidos entre 5 y 23 puntos que se corresponden a tres niveles de riesgo: elevado (<13 puntos), moderado (13 y 14 puntos) y bajo (>14 puntos). La figura 4.4 muestra la distribución porcentual de la muestra en función de estos niveles.

Tabla 4.9. Riesgo de ulceración según la escala Braden-Bergston en función del género

	Media	Desv. Est.	Percentiles		
			25	50	75
<b>Global</b>	15,8	3,9	13	14,5	20
<b>Hombres</b>	15,4	4	12	14,5	20
<b>Mujeres</b>	16,4	3,9	13,5	15,5	19,5

Figura 4.4. Distribución de la muestra por nivel de riesgo de desarrollo de úlceras



A partir de la puntuación de la escala Braden-Bergston y de la opinión del personal clínico del CAMF de Guadalajara, se agruparon los sujetos en tres grupos, a efectos de la descripción y análisis estadístico. La tabla 4.10 muestra los valores de riesgo para cada uno de los grupos conformados de usuarios, grupo 1 riesgo mayor y 3 riesgo menor.

Tabla 4.10. Riesgo de ulceración según la escala Braden-Bergston en función del nivel de riesgo

	Media	Desv. Est.	Percentil		
			25	50	75
<b>Global</b>	15,8	3,9	13	14,5	20
<b>Grupo 1 – Risc elevat</b>	12,5	1,4	11	12,5	14
<b>Grupo 2 – Risc moderat</b>	13,8	2,1	11,5	14	15,5
<b>Grupo 3 – Risc baix</b>	19,6	3	17,5	21	21,5

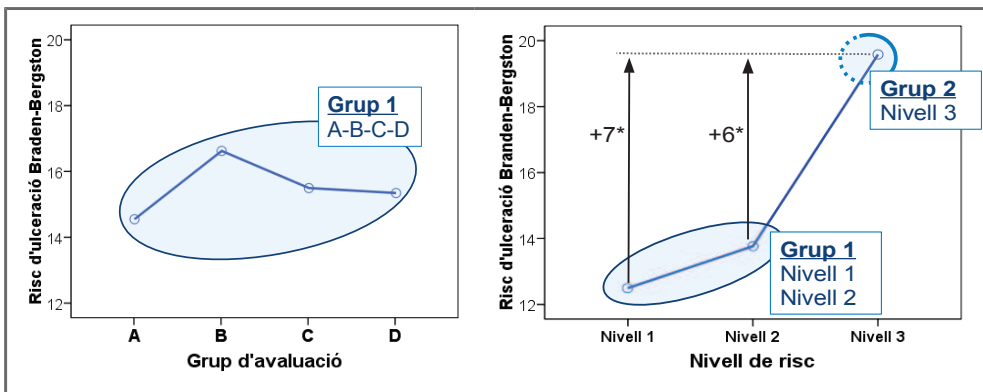
Igualmente, a cada persona, igual que a cada cojín, le correspondía un grupo de evaluación (A, B, C y D). La tabla 4.11 muestra los valores de riesgo de ulceración según la escala Braden-Bergston para las personas de los cuatro grupos de evaluación.

Tabla 4.11. Riesgo de ulceración según la escala Braden en función del grupo de evaluación

	Media	Desv. Est.	Percentil		
			25	50	75
<b>Global</b>	15,8	3,9	13	14,5	20
<b>Grupo A</b>	14,6	3,6	13	14	14
<b>Grupo B</b>	15,8	4,3	12	15,8	18
<b>Grupo C</b>	15,5	3,7	12,5	15	17
<b>Grupo D</b>	15,4	4,1	12,5	13,9	18,5

La figura 4.5 muestra las medias de la valoración del riesgo si tenemos en cuenta el grupo de evaluación y el grupo de riesgo al que hemos asignado los usuarios. En los dos casos se ha realizado una ANOVA para ver posibles diferencias entre los grupos. No se han identificado diferencias significativas entre los grupos de evaluación. Esto indicaría que los cuatro grupos de evaluación se encuentran equilibrados con respecto al riesgo de ulceración. Sí que existen diferencias significativas, sin embargo, entre los grupos de riesgo (sig. <0,01). Estas diferencias sólo se encuentran entre el grupo de riesgo menor (nivel 3) y el resto de grupos (niveles 1 y 2). La prueba de Scheffé identifica dos subconjuntos homogéneos. La parte derecha de la figura 4.5 muestra los dos subconjuntos y las diferencias en la baremación del riesgo entre los niveles 1 y 2 con el nivel 3, diferencias que son respectivamente de 7 y 6 puntos (sig.<0,05).

Figura 4.5. Medias de riesgo de ulceración por grupos de evaluación (izquierda) y nivel de riesgo (derecha)



### 4.1.3. Descripción general de los cojines del estudio

#### 4.1.3.1. Tipologías y configuraciones

La tabla 4.12 describe los cojines por tipología y muestra el número y porcentaje de cada una de ellas respecto al conjunto de los cojines evaluados. En función de los materiales del cojín se definieron 7 tipologías. En algunos casos las tipologías agrupan cojines con diferencias destacables, al menos desde un punto estructural. Los cojines más presentes fueron los de aire (7/25) y los menos los de fibras siliconadas (1/25).

Tabla 4.12. Descripción de los grupos de cojines

Tipología	%	Descripción
<b>Agua-gel</b>	16% (4/25)	Dentro de este grupo están los cojines de agua y gel. Forman parte de este grupo los cojines C01, C02, C21 de agua y el C16 de gel. El cojín C21 es un cojín de agua con un agujero central en forma de anillo.
<b>Aire</b>	28% (7/25)	Forman parte de este grupo los cojines C03, C04, C23 y C24, formados por una membrana de goma en forma de huevera. Los cojines C23 y C24 son la versión baja de los cojines C03 y C04. También forma parte de este grupo el cojín C07, de estructura parecida pero hecho en un material diferente (tipo lámina de PVC). Dentro de este grupo también se encuentran los cojines C05 y C06, los más diferentes del grupo. El C05 actúa con un mecanismo de vaciado de aire, mientras que el cojín C06 está formado por cápsulas independientes de aire.
<b>Espuma-gel</b>	16% (4/25)	Integran este grupo los cojines con una base de espuma y una parte superior de gel; cojines C8, C9, C10 y C22. El cojín C10 tiene el gel insertado en la zona isquial, presenta una cuña entre piernas y ranuras en la espuma. El cojín C22 tiene un agujero central y forma de anillo.
<b>Espuma-fluido</b>	12% (3/25)	Integran este grupo los cojines que tienen una base de espuma y una parte superior de fluido viscoso; cojines C12, C13, C14. Las bases de espuma en este grupo son más rígidas que en el grupo espuma-gel.
<b>Espuma-látex</b>	16% (4/25)	Dentro de este grupo tenemos cojines de espuma, viscoelásticos y látex. Forman parte de este grupo los cojines: C17, C18, C20, C25. El cojín C17 tiene preforma y ranurado. El cojín 20 está perforado en varios puntos. El cojín 25 está fabricado por una doble cuña de espumas de densidad diferentes.
<b>Borreguito</b>	8% (2/25)	Integran esta tipología los cojines C11, de lana sintética, y el C19, de lana natural. El cuerpo interno de los dos cojines es de espuma.
<b>Fibras</b>	4% (1/25)	El cojín C15, formado por una funda de tejido transpirable y un cuerpo principal de fibras siliconadas, es el cojín más ligero de la muestra.

La tabla 4.13 muestra la distribución de configuraciones y tipologías para cada uno de los grupos de evaluación. El ranurado, presente en el 38% de los cojines, es la configuración más común. Le sigue la presencia de materiales diferentes (33%) y la preforma (21%). Otras configuraciones no llegan al 8% de los casos como la presencia de cuña, perfil bajo o agujero.

Tabla 4.13. Distribución de las configuraciones de los cojines según la tipología del cojín

Config.	Grupo / Tipología							Total
	GRUPO A	Grupo B	GRUPO C		GRUPO D		Referencia	
	Agua	Aire	espuma-gel	espuma-fluido	espuma-látex	Otros <sup>2</sup>	Espuma	
<b>Ranurado</b>	-	67% (6)	11% (1)	-	22% (2)	-	0% (0)	38% (9/25)
<b>Materiales</b>	-	-	43% (3)	43% (3)	-	-	14% (1)	33% (8/25)
<b>Conformado</b>	-	-	20% (1)	60% (3)	20% (1)	-	-	21% (5/25)
<b>Cuña</b>	-	-	50% (1)	50% (1)	-	-	-	8% (2/25)
<b>Agujero</b>	50% (1)	-	50% (1)	-	-	-	-	8% (2/25)
<b>Perfil bajo</b>	-	100% (2)	-	-	-	-	-	8% (2/25)

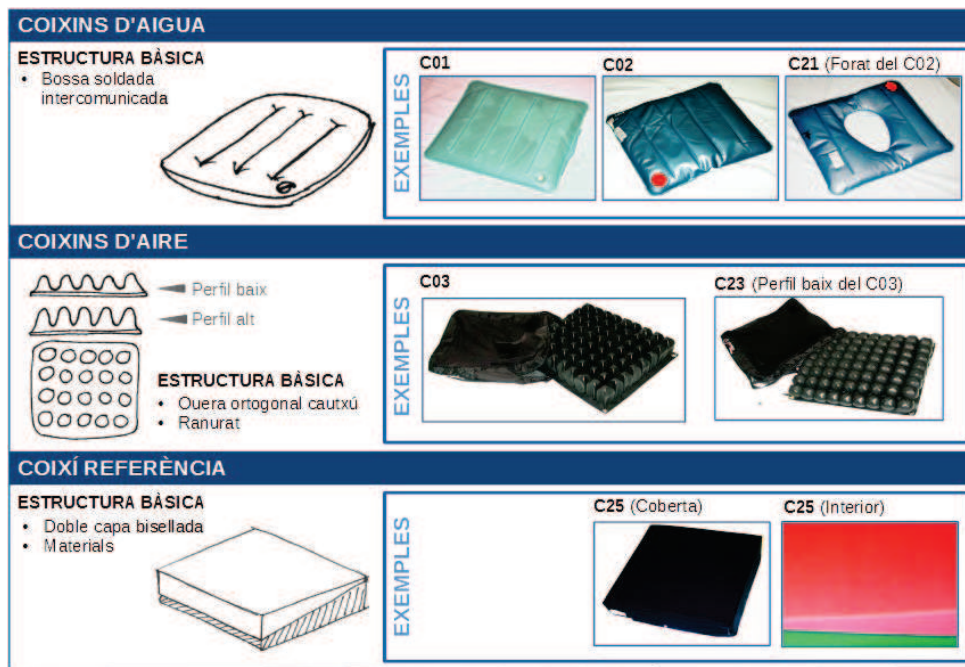
(2) Bajo la denominación de otros se incluye dos cojines de borreguito, uno de fibras siliconadas y otro gel

Dentro de la configuración de materiales destacan los cojines de espuma-gel y espuma-fluido. La configuración de **cuña** sólo se encuentra presente en los grupos de espuma-gel y de espuma-fluido. Esto quedaría justificado por la facilidad de introducir cuñas en materiales como la espuma. Las configuraciones de **agujero** se presentaban en el cojín de agua y en uno de espuma-gel. El **perfil bajo** se presenta solamente en los cojines de aire.

#### 4.1.3.2. Descripción de los cojines del grupo A, agua y aire

La figura 4.6 representa las características más destacadas de los cojines del grupo A. El 60% de los cojines del grupo A (3/5) son de agua. El 40% restante (2/5) son de aire. Dentro de los cojines de agua el cojín C01 y C02 se diferencian en el tipo de funda. La funda de PVC del cojín C02 tiene mayor elasticidad y por tanto, teóricamente, mayor posibilidad de deformarse y adaptarse a la forma del cuerpo. La diferencia entre los cojines C02 y C21 es el agujero central, mayoritariamente utilizado por facilitar las operaciones de limpieza en la higiene personal, pero hace tiempo que su uso está desaconsejado por la práctica clínica. Por lo que respecta en los cojines de aire la principal diferencia es la altura. El cojín C23 tiene un grueso menor que el cojín C03. Tanto para los cojines de aire como para los de agua el hinchado es un aspecto clave. El ajuste de los cojines se hizo siguiendo las instrucciones del manual de uso del fabricante.

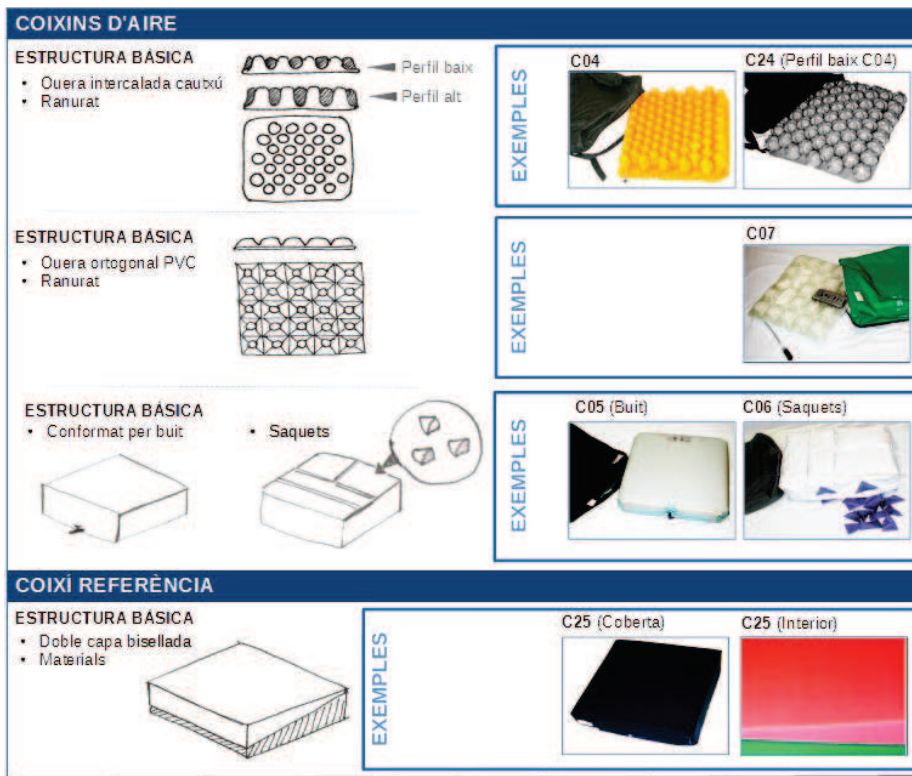
Figura 4.6. Descripción de las características de los cojines del grupo A



4.1.3.3. Descripción de los cojines del grupo B, aire

Este grupo de cojines es el más homogéneo. El 100% de los cojines del grupo B (5/5) son de aire. Los cojines C04 y C24 están fabricados con un material semejante a los C03 y C23 del grupo A. La diferencia se encuentra en la distribución de las cápsulas, que en este caso es intercalada. El cojín C23 es el modelo bajo del cojín C03. El cojín C07 tiene también una estructura de huevera ortogonal pero está fabricado en un material tipo film de PVC, diferente por tanto de los otros cojines de aire con estructura de huevera donde el material continente del aire es de tipo caucho o goma. La figura 4.7 recoge el detalle de este grupo de cojines.

Figura 4.7. Descripción de las características de los cojines del grupo B



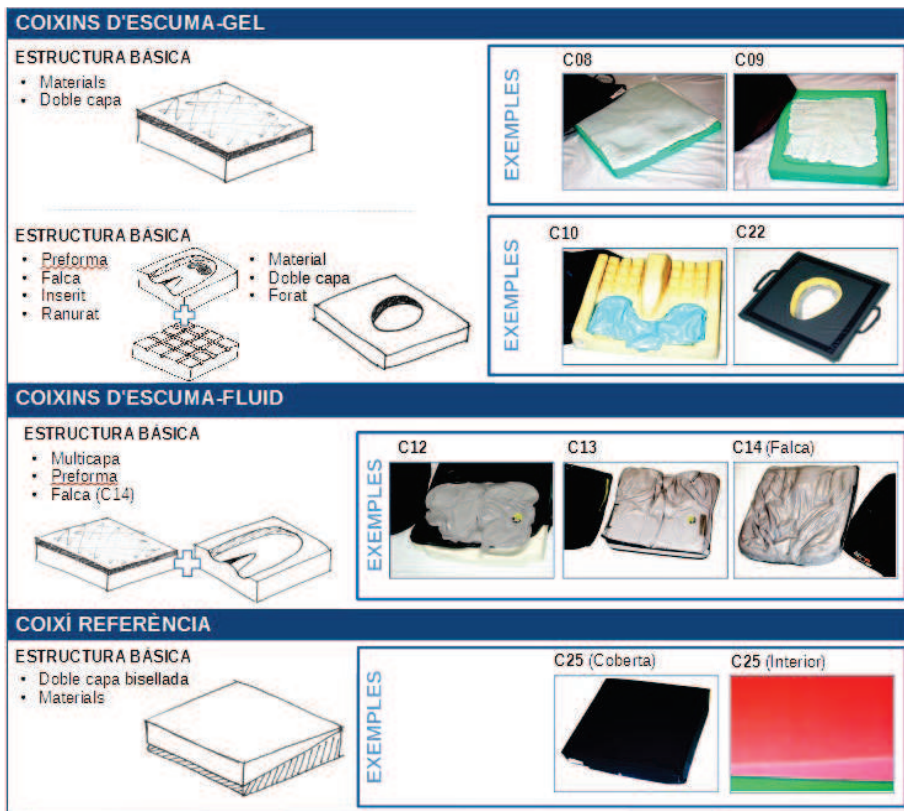
Los cojines C05 y C06, también han estado clasificados como cojines de aire. El cojín C05 tiene un conformado por vaciado de aire. La persona al ubicarse encima del cojín provoca una salida de aire, en ese momento se cierra la válvula y el cojín adopta un

conformado determinado diferente para cada usuario. Por su parte, el cojín C06 tiene diferentes cavidades con cápsulas de aire que tienen una baja fricción entre ellos. Esta condición los permite deslizarse entre ellos y teóricamente un mejor ajuste.

#### 4.1.3.4. Descripción de los cojines del grupo C, espuma-fluido y espuma-gel

El 57% de los cojines del grupo A son de espuma-gel (4/7), el 43% restante (3/7) de espuma-fluido. La figura 4.8 recoge las características más destacables. La principal diferencia entre los cojines C08 y C09 es que el cojín C09 tiene una mayor proporción de gel. Por su parte el cojín C10 tiene un insertado de gel fluido en la zona isquial, tiene ranuras en la zona de espuma y una cuña de separación de muslos. El cojín C22, también de espuma-gel, presenta la singularidad de tener un agujero (igual que El cojín C21 de agua del grupo A).

Figura 4.8. Descripción de las características de los cojines del grupo C

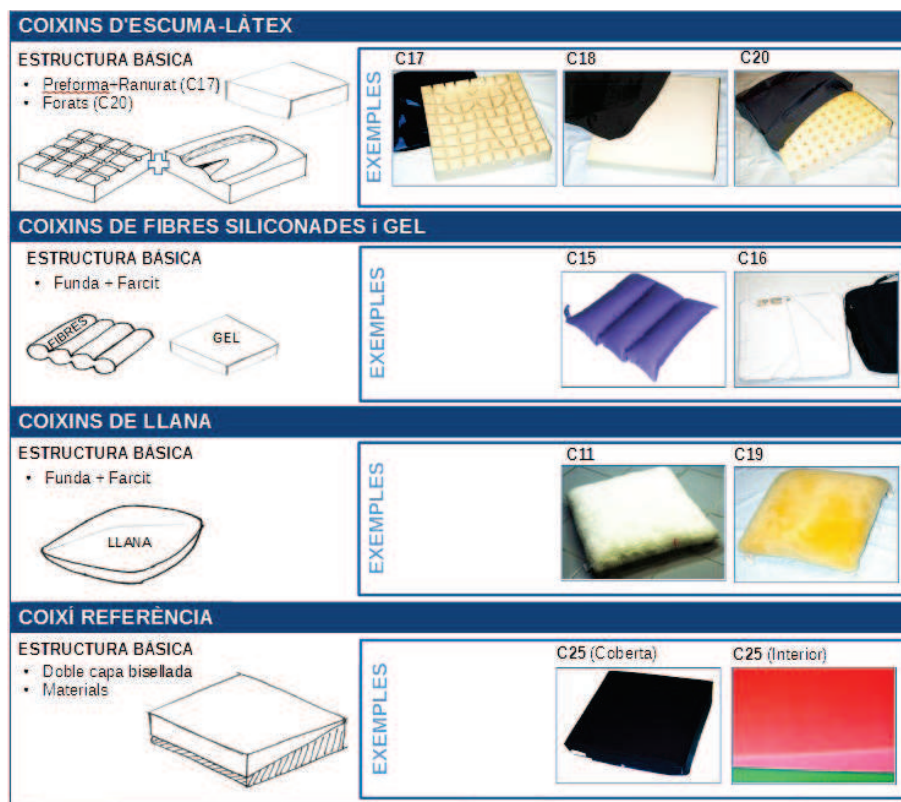


Los cojines C12, C13 y C14 son de espuma-fluido. La principal diferencia con respecto los de gel, es que se trata de un material fluido viscoso al que se le puede dar forma. Todos los cojines de espuma-fluido vienen con preforma y con un espacio para la zona isquial. El cojín C14 además incorpora una cuña separadora de piernas.

#### 4.1.3.5. Descripción de los cojines del grupo D, espuma-látex, fibras siliconadas, gel y borreguito

El 45% de los cojines del grupo D (3/7) son de espuma-látex. El 25% de los cojines son de borreguito (2/7). El resto de los cojines son uno de gel y uno de fibras siliconadas, cada uno de ellos representa el 15% de los cojines del grupo D (1/7). La figura 4.9 recoge el detalle.

Figura 4.9. Descripción de las características de los cojines del grupo D



NOTA: El cojín C11, de lana sintética, solo se utilizó en las pruebas de microclima.



#### 4.1.4. Caracterización a microclima de los cojines

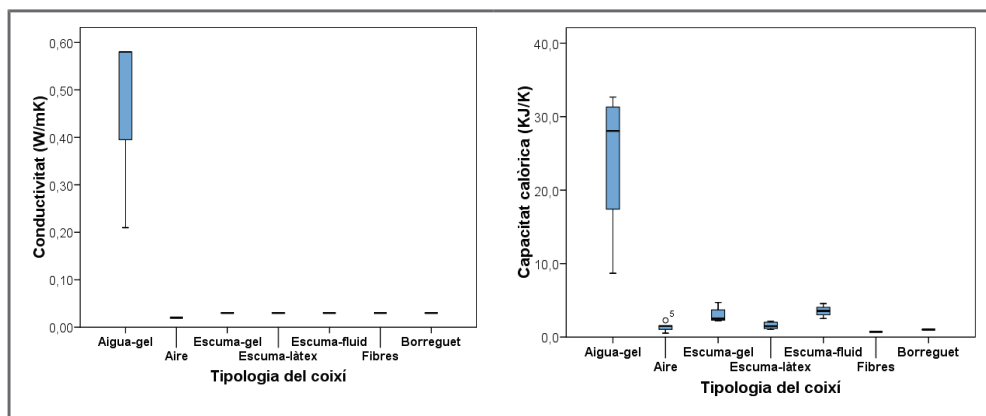
##### 4.1.4.1. Capacidad calorífica y conductividad

La tabla 4.14 muestra los valores de la capacidad calorífica y la conductividad para los cojines del estudio. El elevado valor del rango se debe al efecto de las características térmicas de los materiales y a la diferencia entre los cojines de base espuma-látex respecto a los cojines de agua-gel.

Tabla 4.14. Valores de capacidad calorífica y conductividad estimados de los cojines

	Media	Desv. Típ.	Rango	Mínimo	Máximo	Percentiles		
						25	50	75
<b>Capacidad calorífica (KJ/K)</b>	5,56	9,26	32,13	0,53	32,66	1,11	2,15	4,05
<b>Conductividad (W/mK)</b>	0,10	0,18	0,56	0,02	0,58	0,02	0,03	0,03

Figura 4.10. Conductividad y capacidad calorífica estimadas por tipologías de cojines



La figura 4.10 muestra la diferencia entre las tipologías de cojín. Destacan los valores elevados de los cojines de agua-gel respecto el resto. La dispersión de los valores para la tipología agua-gel es consecuencia de las diferencias entre el agua y el gel. La conductividad térmica del agua es de 0,59 W/mK, mientras que la del gel es de 0,21 W/mK. Lo mismo pasa con la capacidad calorífica, la media de los cojines de agua se encuentra próxima a los 30 KJ/K mientras que el valor para el cojín de gel es aproximadamente un tercio, 8,40 KJ/K.

4.1.4.2. Tiempo de latencia y grado de estabilización

La tabla 4.15 muestra los cojines donde medimos el tiempo de latencia y el grado de estabilización.

Tabla 4.15. cojines por tipología sobre los que se midió tiempo de latencia y grado de estabilización

Tipología	cojín	Tipología	cojín
<b>Agua-gel</b>	Agua (C01)	<b>Espuma-gel</b>	Espuma-gel (C08)
	Agua (C02)		Espuma-gel (C09)
	gel (C16)		Espuma-gel insertado ranurado preforma (C10)
<b>Aire</b>	Aire huevera (C03)	<b>Espuma-fluido</b>	Espuma-fluido (C12)
	Aire huevera (C04)		Espuma-fluido (C13)
	Aire vacío (C05)		Espuma-fluido (C14)
	Aire saquetes (C06)	<b>espuma-látex</b>	Espuma-látex ranurado (C17)
	Aire huevera (C07)		Espuma-látex (C18)
<b>Fibras</b>	Fibras siliconadas (C15)		Espuma-látex doble cuña (C25)

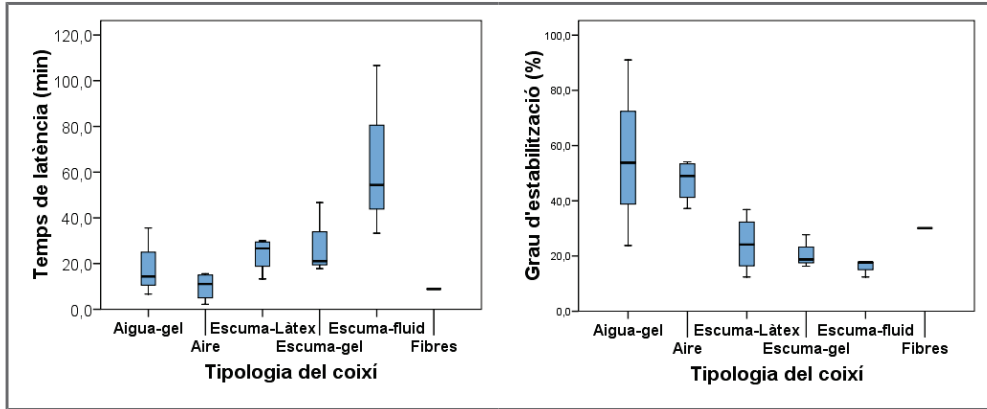
La tabla 4.16 representa los valores de tiempo de latencia y grado de estabilización. Las diferencias que aparecen, igual que con la conductividad y la capacidad calorífica, son consecuencia de las características térmicas de los materiales.

Tabla 4.16. Tiempo de latencia y grado de estabilización.

	Media	Desv. Típ.	Rango	Mín.	Máx.	Percentiles		
						25	50	75
<b>Tiempo de latencia (min)</b>	33,1	20,2	104,5	2,2	106,7	12,2	19,5	33,9
<b>Grado de estabilización (%)</b>	26,8	24,4	78,6	12,4	91,0	17,9	27,8	47,2

La figura 4.11, representa en un diagrama de cajas los valores de tiempo de latencia y grado de estabilización en función de la tipología de los cojines. Para el tiempo de latencia, los cojines con un valor más alto son los de espuma-fluido, y los de aire los que registran valores más bajos. Algunos de los cojines de espuma-fluido, además de la base de espuma y la capa de fluido incorporaban una base de material plástico de unos milímetros de grueso que podría haber incrementado el tiempo de latencia.

Figura 4.11. Tiempo de latencia (izquierda) y grado de estabilización (derecha) según tipologías de cojín



Para el grado de estabilización, los cojines con valores más altos son los de agua-gel, seguidos de los de aire. A diferencia del tiempo de latencia el grado de estabilización es una medida dentro del régimen estacionario de funcionamiento, dado que han pasado 6 horas. Todos los cojines con una base de espuma-látex tienen un comportamiento semejante. En este caso se impondría la capacidad aislante de la espuma, que hace que todos los cojines que la contienen, indistintamente de las diferentes configuraciones o materiales añadidos como gel o fluido viscoso, tomen valores más bajos de estabilización que los cojines de agua, gel o aire. Si en el caso de los cojines de agua y gel se explica el grado mayor de estabilización por la mejor conducción de estos materiales, en el caso de los cojines de aire, la diferencia con los cojines de espuma solo se explica por la existencia de corrientes de convección interna en el cojín o entre las válvulas que lo integran.

#### 4.1.5. Caracterización mecánica y a presiones de los cojines

Dentro de las variables de primer nivel hemos tenido en cuenta el grueso, la tipología y las medidas realizadas con el maniquí de presiones: superficie, Pmax25, Pmax10 e índice de distribución. También hemos tenido en cuenta las variables siguientes de caracterización mecánica: rigidez horizontal, aceleración ante impactos, histéresis, recuperación después de carga, profundidad de contorno y de sobrecarga.

El primer punto de este apartado describe los cojines desde la perspectiva dimensional. El segundo punto analiza todas las medidas relacionadas con la presión obtenidas con el maniquí de presiones. El tercer punto analiza la resto de parámetros de caracterización mecánica. Finalmente, el último punto señala las relaciones más importantes entre las variables.

##### 4.1.5.1 Caracterización dimensional de los cojines

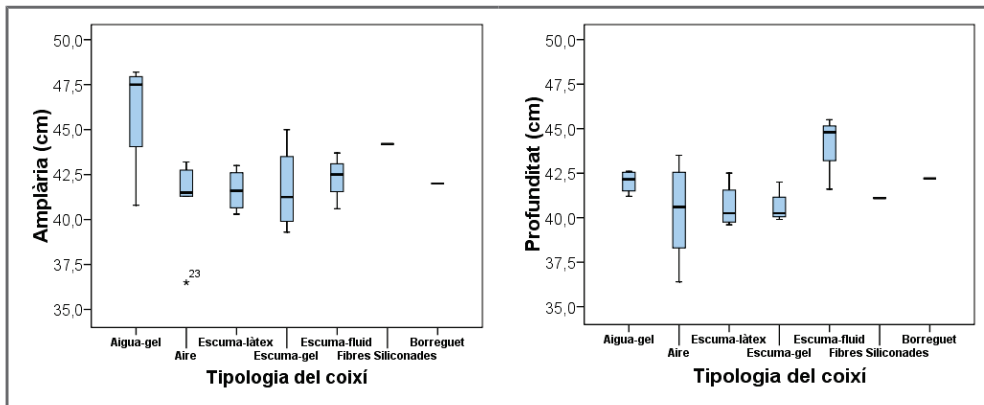
Existe una gran variación entre las dimensiones de los cojines como muestra la tabla 4.17. Muchos de los fabricantes ofrecen tallas para ajustarse a las dimensiones de la persona y de la silla de ruedas. En este estudio, a los fabricantes los pedimos ejemplares correspondientes a los modelos más vendidos. El peso es la magnitud con más variación, consecuencia de las propiedades de los materiales. Así, el cojín más ligero pesaba 0,5 Kg y el más pesado 7,8 Kg.

Tabla 4.17. Caracterización dimensional de los cojines

Variables	Media	Desde. Típ..	Rango	Mín.	Máx.	Percentiles		
						25	50	75
<b>Grueso</b> (cm)	7,9	2,5	10,2	3,8	14,0	5,9	8,0	10,2
<b>Anchura</b> (cm)	42,5	2,7	11,7	36,5	48,2	40,9	42,1	43,6
<b>Profundidad</b> (cm)	41,3	2,0	9,1	36,4	45,5	40,0	41,4	42,5
<b>Superficie</b> (cm <sup>2</sup> )	1755,5	164,1	724,7	1328,6	2053,3	1665,3	1761,6	1859,8
<b>Peso</b> (Kg)	2,5	2,2	7,3	0,5	7,8	1,1	1,7	3,2

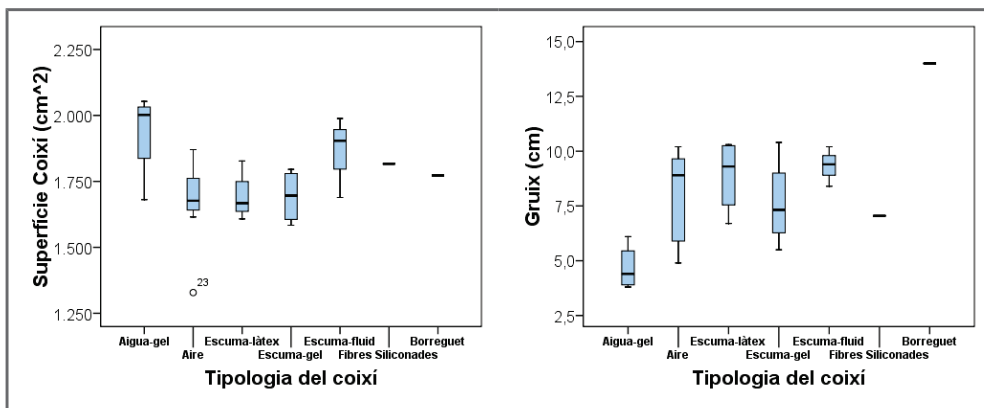
La figura 4.12 presenta, en un diagrama de cajas, los valores de anchura y profundidad de los cojines en función de la tipología. Los cojines con una mayor anchura fueron los de agua-gel mientras que los que tenían una mayor profundidad fueron los de espuma-fluido. El hecho de que los cojines más anchos no sean los más profundos indicaría que no existe un criterio único respecto el dimensionado y tallas de los cojines.

Figura 4.12. Representación de la anchura y de la profundidad de los cojines por tipología



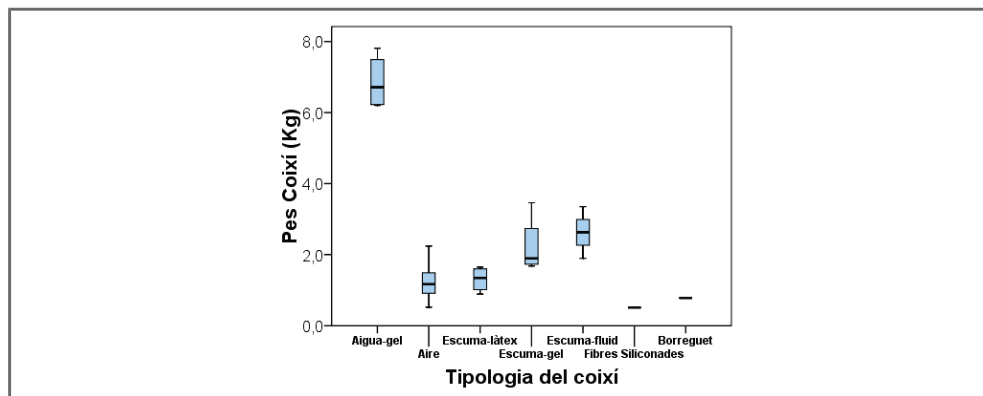
La figura 4.13 muestra los diagramas de caja para el grueso y la superficie del cojín. Los cojines con mayor superficie corresponden a los que tenían mayor ancho o profundidad. Respecto al grueso, los cojines más delgados fueran los de agua-gel. El cojín de borreguito destaca, de forma excepcional, con un grueso de 14 cm.

Figura 4.13. Representación del grueso y de la superficie de los cojines para cada una de las tipologías



Finalmente, la figura 4.14 muestra el peso por tipología. Destaca el valor superior de los cojines de agua-gel. A continuación se sitúan los de espuma-gel y espuma-fluido. Desde este punto de vista la combinación de espuma más otros materiales sí que conseguiría reducir de forma significativa el peso de los cojines y los haría más manejables.

Figura 4.14. Representación del peso para cada una de las tipologías



#### 4.1.5.2. Presiones y variables relacionadas medidas con el maniquí «gel butt»

La tabla 4.18 representa las medidas de presión y superficie para el conjunto de cojines de acuerdo con los resultados obtenidos con el maniquí de presiones. En concreto, se han considerado las variables siguientes: la superficie de contacto, dos aproximaciones a las presiones máximas (Pmax25 y Pmax10) y una variable de medida de concentración de presiones en la zona isquial (índice de distribución).

Tabla 4.18. Resumen de las variables de presiones, superficies y índice de distribución.

	Media	Desv. Típ..	Rango	Mín.	Máx.	Percentiles		
						25	50	75
MN. Superficie (cm <sup>2</sup> )	797	152	565	426	991	704	826	924
MN. ÍD (%)	51,9	16,5	79,3	17,5	96,8	42,7	50,7	58,6
MN. Pmax25 (N/cm <sup>2</sup> )	0,79	0,21	0,77	0,50	1,27	0,64	0,76	0,88
MN. Pmax10 (N/cm <sup>2</sup> )	1,01	0,30	1,01	0,61	1,62	0,77	0,97	1,20

La figura 4.15 representa, en diagramas de cajas, el valor de las variables de superficie e índice de distribución, en función de la tipología del cojín. A mayores valores de superficie corresponden menores valores de concentración de presiones en la zona isquial. El valor absoluto de esta correlación es 0,439 con una significación <0,01. Así, los cojines de agua-gel y espuma-látex que tienen valores elevados de superficie tienen porcentajes menores para el índice de distribución. El caso opuesto lo encontramos en los cojines de espuma-fluido, que tienen los valores menores de superficie y los porcentajes mayores para el índice de distribución. Por contra, el cojín de fibras no sigui-

ría esta correlación porque tiene tanto valores bajos de superficie como de índice de distribución.

Figura 4.15. Representación de los diagramas de cajas para las variables de superficie (izquierda) e índice de distribución (derecha) en función de la tipología del cojín

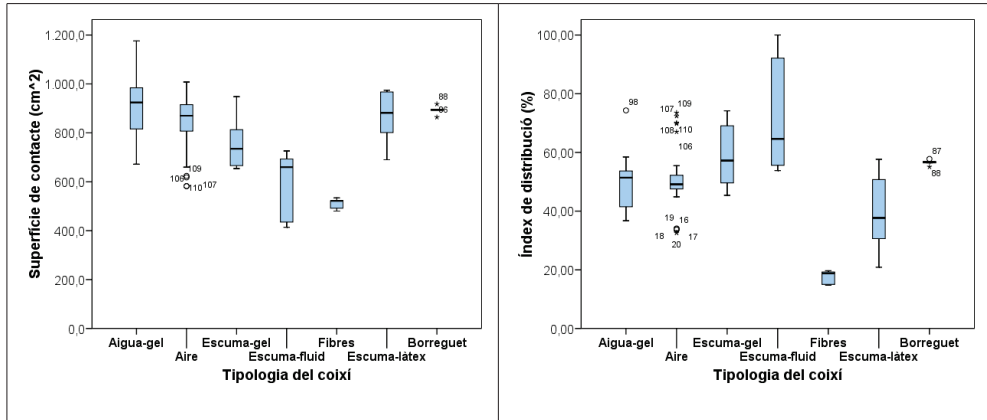
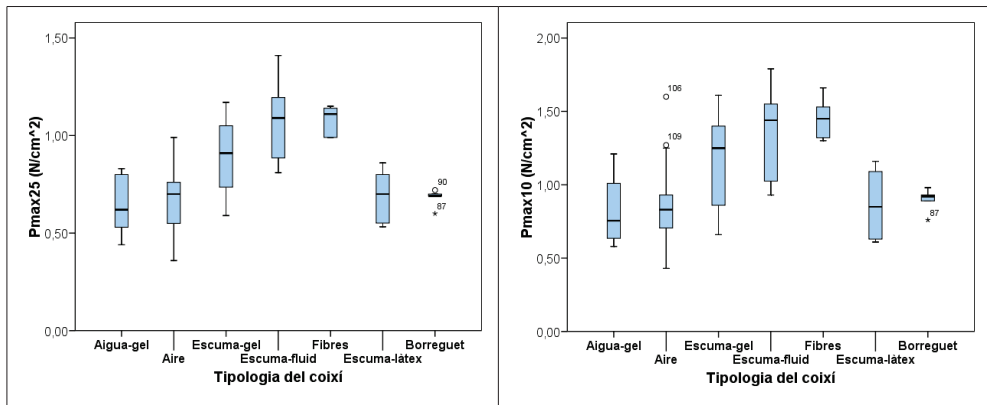


Figura 4.16. Representación de los diagramas de cajas para las variables de presión Pmax25 (izquierda) y Pmax10 en función de la tipología del cojín



La figura 4.16 representa el valor de las variables de presión Pmax25 y Pmax10. El comportamiento de las tipologías de los cojines para estos parámetros presenta patrones semejantes. La correlación entre las dos variables es de 0,966 con una significación <0,01. El análisis de Scheffé, para la identificación de subconjuntos homogéneos, aplicado a Pmax10 identifica dos grupos. Los cojines con presiones más elevadas serían los de fibras y espuma-fluido, mientras que los de Pmax10 con valores más bajos se-

rían los de agua-gel, aire, espuma-látex y borreguito. Los cojines de espuma-gel quedan agrupados en los dos subconjuntos. La misma análisis para Pmax25 crea 3 subconjuntos con mayor grado superposición.

Del análisis de correlaciones entre las presiones, la superficie del cojín y el índice de distribución cabe destacar los resultados siguientes:

- A mayor superficie menor presiones Pmax25 y Pmax10 con correlaciones de 0,884 y 0,866, respectivamente, y una significación  $<0,01$ .
- Las concentraciones mayores de presión en la zona isquial (ID) se encuentran relacionadas con valores de presión (Pmax25 y Pmax10) más elevados. La correlación es de 0,505 y 0,502 respectivamente y una significación  $<0,05$ .

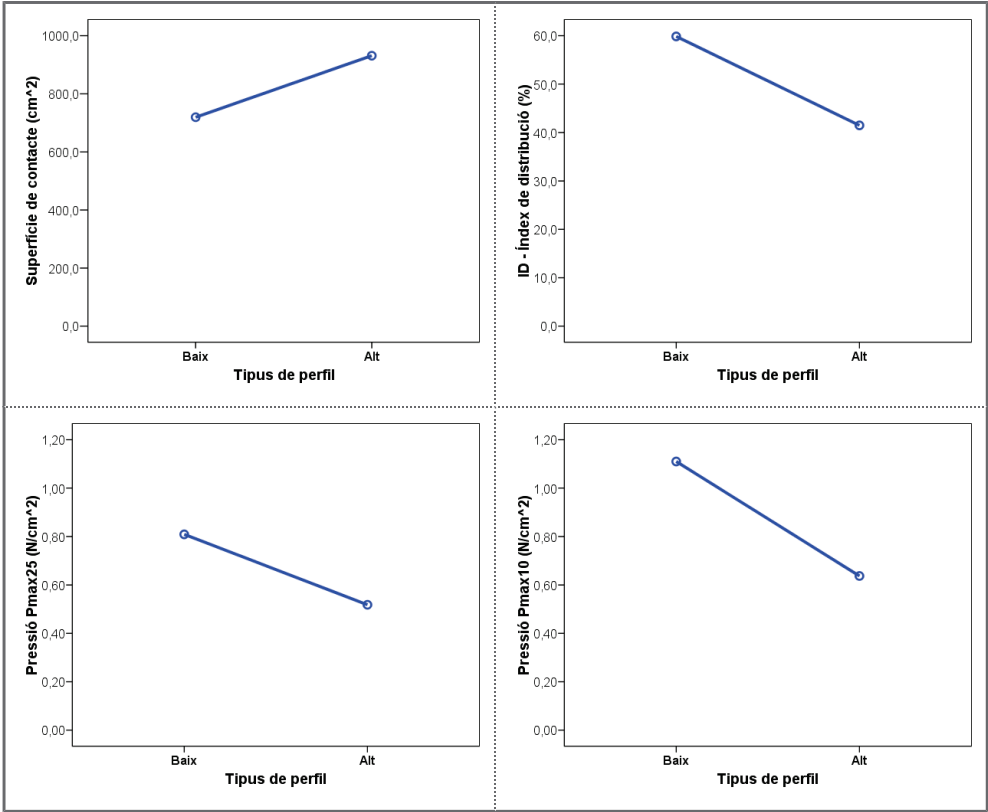
Los cojines C23 y C24, eran la versión baja de los cojines de aire C03 y C04. Del análisis de correlaciones para este caso particular cabe destacar los resultados siguientes:

- los cojines de perfil alto respecto los de perfil bajo aumentan en un 23% la superficie de contacto.
- los cojines de perfil alto respecto los de perfil bajo reducen en un 32% la concentración de presiones en la zona isquial.
- los cojines de perfil alto respecto los de perfil bajo reducen en un 36% el valor de la presión Pmax25
- los cojines de perfil alto respecto los de perfil bajo reducen en un 43% el valor de la presión Pmax10



La figura 4.17 muestra estas diferencias, significación  $<0.01$ . Para los cojines de aire, tanto los de perfil bajo (C23 y C24) como los del perfil alto (C02 y C03) también son válidas las correlaciones genéricas referidas al conjunto de todos los cojines.

**Figura 4.17. Representación de los valores de superficie, índice de distribución y presiones Pmax25 y Pmax10 para los cojines C03, C04, C23 y C24 agrupados en función de si eran perfiles altos o bajos**



*4.1.5.3. Otros parámetros de caracterización mecánica*

La tabla 4.16 representa las medidas de caracterización mecánica resultantes de los ensayos realizados en laboratorio. En concreto las variables evaluadas han sido: (1) la resistencia horizontal, caracterizada por la fuerza máxima (Fmax) y la fuerza superados 60 segundos (F60s); (2) la aceleración ante impactos, estimada a partir del segundo pico de aceleración<sup>2</sup>; (3) la histéresis, calculada según el área de la curva de esfuerzo-

<sup>2</sup>El rango de medida del sensor de aceleración era de entre 0g y 4,4g. Salvo los cojines de espuma-gel, borreguito y fibras, todos los otros tenían alguna medida que superaba el valor superior de aceleración de 4,4g.

deformación; y (4) el grado de deformación, medidos a los 10 segundos y 20 minutos de aplicación de la carga (Gruix10s y Gruix20min). También hemos medido la profundidad de contorno (PC) y la profundidad a sobrecarga (p s)

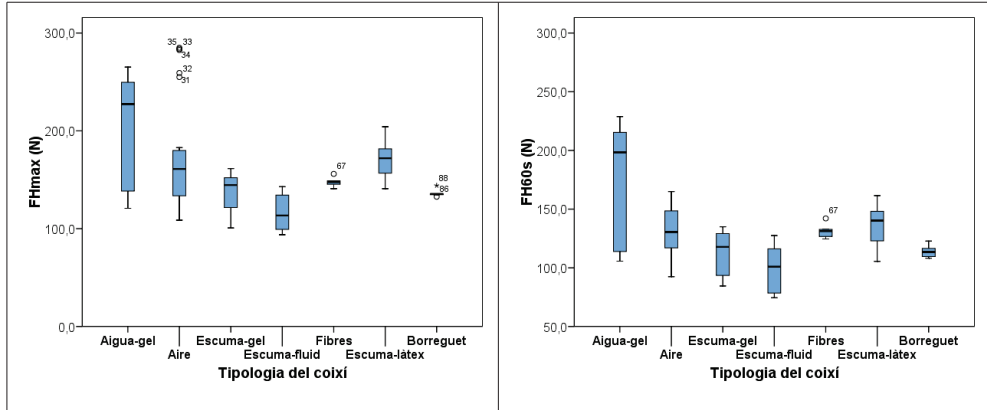
Tabla 4.19. Descripción de las variables de caracterización mecánica de los cojines

	Media	Desv. Típ..	Rango	Mínimo	Máximo	Percentiles		
						25	50	75
<b>Fmax horizontal (N)</b>	160,5	46,0	191,2	93,8	285,0	133,0	151,1	178,5
<b>F60s horizontal (N)</b>	130,5	33,2	154,3	74,5	228,8	109,7	125,9	142,5
<b>Aceleración, 2<sup>on</sup> pico (g)</b>	1,12	0,63	3,20	0,00	3,20	0,63	1,05	1,43
<b>Histéresis (Nm)</b>	3,27	1,99	7,58	0,39	7,97	1,58	2,88	4,88
<b>Gruix10 (mm)</b>	59	22	71	25	96	41	60	78
<b>Gruix20 (mm)</b>	62	22	78	25	103	46	64	80
<b>%Rec20min (%)</b>	0,6	2,4	10,7	-2,7	8,0	0	0	0
<b>PC (mm)</b>	43	17	69	17	86	29	43	56
<b>PS (mm)</b>	46	17	68	19	87	31	46	61
<b>PS – PC (mm)</b>	2,8	2,3	7,3	0	7,3	0,8	2,7	4,4

*Fmax*: Fuerza máxima horizontal / *F60s*: Fuerza horizontal a los 60 segundos / *Aceleración 2on pico*: valor de la aceleración del segundo pico después de impacto / *Gruix10*: grueso del cojín a los 10 segundos después de quitar la carga / *Gruix20*: grueso del cojín a los 20 minutos después de quitar la carga / *%Rec20min*: Diferencia respecto medida original superados 20 minutos / *PC*: profundidad de contorno / *PS*: profundidad a sobrecarga / *PS-PC*: la resta de ambas magnitudes

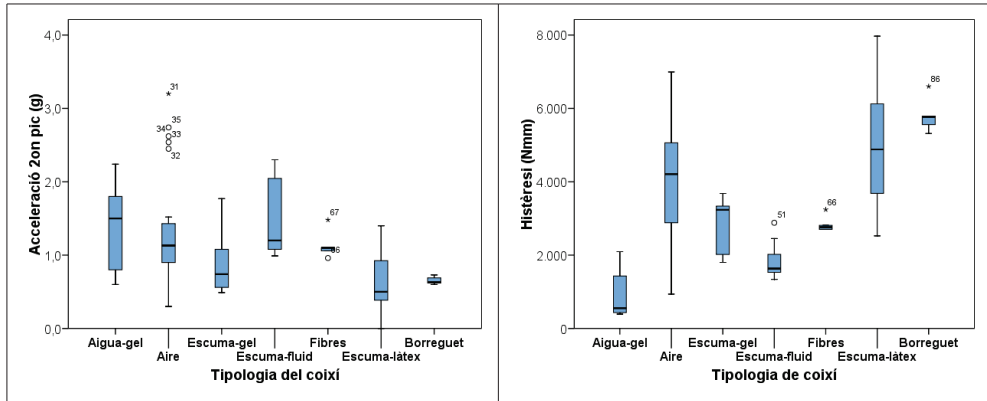
La figura 4.18 representa, en diagrama de cajas, el valor de las variables de fuerza horizontal máxima y a los 60 segundos, en función de la tipología del cojín. Ambas fuerzas siguen patrones semejantes. La correlación entre Fmax y F60s es de 0,898, con una significación <0,01. Destaca la gran amplitud de los valores para los cojines agua-gel que se explica por la presencia del cojín de gel C16 que toma valores ligeramente superiores a los 100N mientras que la resto de cojines de agua se encuentran en valores alrededor de los 200N. El análisis de Scheffé para la identificación de grupos homogéneos separa las tipologías de los cojines en dos grupos con un grado de superposición mayor para la Fmax que para la F60s. En el caso de F60s los cojines de espuma-látex quedan clasificados tanto en el grupo de cojines de fuerzas más elevadas, juntamente los cojines de agua-gel, como en el grupo de fuerzas más bajas, con el resto de tipologías de cojines.

**Figura 4.18.** Representación de los diagramas de cajas para las variables de fuerza horizontal máxima (Fmax) y a los 60 segundos (FH60s)



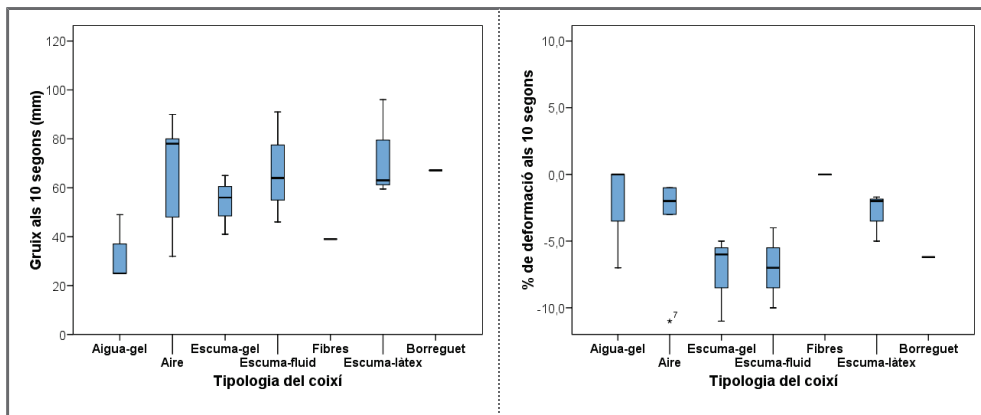
La figura 4.19 representa, en diagramas de cajas, el valor de las variables de aceleración del segundo pico (izquierda) y de histéresis (derecha), en función de la tipología del cojín. Para las aceleraciones destacan los valores muy altos correspondientes al cojín C07, el cojín de grueso menor y con valores superiores de aceleración si comparamos con el resto de los cojines de aire en aceleración. Este cojín también es el que toma los valores más bajos de histéresis del grupo. El otro grupo con una gran variabilidad de valores en la histéresis es el de espuma látex. Aproximadamente siguen patrones invertidos, a histéresis elevadas le corresponden aceleraciones bajas, el valor absoluto de esta correlación es de 0,427, con una significación  $<0,01$ .

**Figura 4.19.** Representación de los diagramas de cajas para las variables de aceleración del 2º pico (izquierda) e histéresis (derecha)



La figura 4.20 representa, a la izquierda, el grueso de los cojines a los 10 segundos de aplicación de la carga; a la derecha, el porcentaje de deformación permanente respecto al grueso original a los 10 segundos. Los valores de grueso y de porcentaje de deformación pasados 20 minutos dan valores muy próximos al grueso original. Destaca la correlación elevada existente con el grueso original respecto la deformación a los 10 segundos y a los 20 minutos, respectivamente 0,671 y 0,688, con una significación  $<0,01$ .

Figura 4.20. Representación de los diagramas de cajas para las variables de grueso pasados 10 segundos y a los veinte minutos después de aplicación de la carga de deformación



---

#### 4.1.5.4. Relaciones destacadas dentro del primer nivel

La tabla 4.20 presenta un grupo destacado de correlaciones en el primer nivel de evaluación de los cojines, que nos permiten entender mejor el funcionamiento de las variables de los cojines.

**Tabla 4.20. Relaciones destacadas dentro del primer nivel de evaluación**

<b>Cuando el grueso crece sube...</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• el grueso después de deformación pasados 10 segundos, G10s (0,689**)</li><li>• el grueso después de deformación pasados 20 minutos, G20min (0,698**)</li><li>• la profundidad de sobrecarga (0,659**)</li><li>• la profundidad de contorno (0,632**)</li></ul>
<b>Cuando el grueso crece baja...</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• el segundo pico de aceleración del ensayo de impactos (0,442**)</li><li>• la fuerza máxima de resistencia horizontal, Fmax (0,418**)</li><li>• la fuerza de resistencia horizontal pasados 60 segundos, F60s (0,379**)</li></ul>
<b>Cuando la histéresis crece baja...</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• el valor del segundo pico de aceleración (0,445**)</li></ul>
<b>Cuando se incrementa la profundidad de contorno y a sobrecarga...</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• baja el segundo pico de aceleración (0,531**, 0,574**)</li></ul>

Además de las relaciones representadas en la tabla 4.20, dados los resultados de las correlaciones, podemos afirmar también que:

- Las fuerzas de resistencia horizontal máxima, Fmax, y a los sesenta segundos, F60s, se comportan igual (0,906\*\*)
- Las profundidades de contorno (PC) y a sobrecarga (PS) se comportan igual (0,909\*\*)

## 4.2. Resultados para las variables de segundo nivel. Evaluación de la interacción cojín-persona

Este apartado se divide en dos puntos. En el primero analizamos las variables de interacción cojín-persona relativa al microclima y en el segundo las referentes a la interacción mecánica y a presiones.

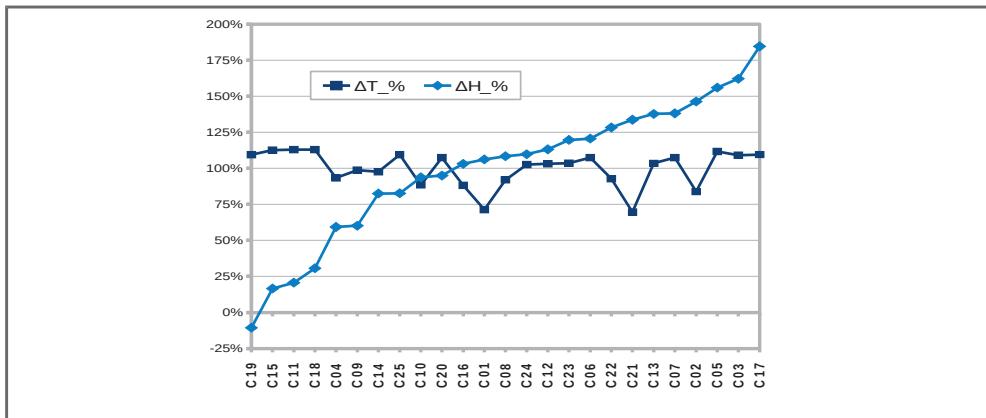
### 4.2.1. Análisis de las variables de interacción a microclima

Las variables de medida de la interacción fisiológica desde la perspectiva del microclima fueran la humedad y la temperatura para la zona isquial y el espacio poplíteo. Estas variables se monitorizaron de forma continua durante los 40 minutos que duró el ensayo. Los parámetros de humedad y temperatura analizado son: valores iniciales y finales, incrementos totales y los incrementos parciales a los 10 y 20 minutos. Los 10 y 20 minutos corresponden al momento en que la persona empezaba y paraba de impulsarse en la silla de ruedas. El primer punto de este apartado analiza las correlaciones entre humedad y temperatura. Los otros puntos del apartado analizan los valores de humedad y temperatura en la zona isquial, área que se ve afectada por la interacción de la persona con el cojín.

#### 4.2.1.1. Correlación humedad-temperatura en las áreas poplíteo y isquial

La figura 4.21 muestra los valores normalizados ordenados de forma creciente para el incremento de la humedad del valor de incremento de la temperatura y la humedad.

Figura 4.21. Representación normalizada de los incrementos de temperatura y humedad de la zona isquial para cada uno de los cojines ordenados de menor a mayor incremento de humedad



Para el espacio poplíteo, la correlación entre la humedad y la temperatura final (H40 y T40) es de 0,602, con una significación  $<0,01$ . Por tanto, a mayores temperaturas finales le corresponden mayores humedades finales. Por contra, en la zona isquial la temperatura y la humedad, y los valores incrementales, tienen comportamientos independientes. Por contra, en la zona isquial la temperatura y la humedad, así como los valores incrementales, tienen comportamientos independientes, como representa la figura 4.21.

La tabla 4.21 representa las correlaciones entre los valores incrementales y los finales para la humedad y temperatura a la zona poplíteo e isquial. Para el espacio poplíteo las correlaciones son siempre positivas y superiores que para la zona isquial. Para la zona poplíteo, los cojines con incremento superiores de temperatura y humedad son también los que tienen valores de temperatura y humedad finales superiores. Para la zona isquial no hay relación entre el incremento de temperatura y la humedad final, esto se justificaría por la influencia del cojín en el comportamiento a humedad y temperatura en este punto. De hecho, en esta zona el incremento de humedad correlaciona de forma negativa con la temperatura final con un valor de  $-0,343$ , significación  $<0,01$ . Esta correlación negativa se explica por el comportamiento contrapuesto de los cojines de agua-gel y los de borreguito. En los primeros disminuye la temperatura y aumenta la humedad. En los segundos aumenta la temperatura pero disminuye la humedad.

**Tabla 4.21. Representación de las correlaciones entre las variables incrementales y finales de humedad y temperatura para el espacio poplíteo y la zona isquial**

	HUMEDAD FINAL (H40)		TEMPERATURA FINAL (T40)	
	Espacio poplíteo	Zona isquial	Espacio poplíteo	Zona isquial
<b><math>\Delta H</math> poplíteo</b>	↑↑	×	↑↑↑	×
	0,711**	-	0,504**	-
<b><math>\Delta H</math> isquion</b>	×	↑	×	↓
	-	0,489**	-	-0,343**
<b><math>\Delta T</math> poplíteo</b>	↑↑	×	↑↑↑↑	×
	0,527**	-	0,749**	-
<b><math>\Delta T</math> isquion</b>	×	×	×	↑↑
	-	-	-	0,705**

#### 4.2.1.2. Valores de temperatura para la zona isquial

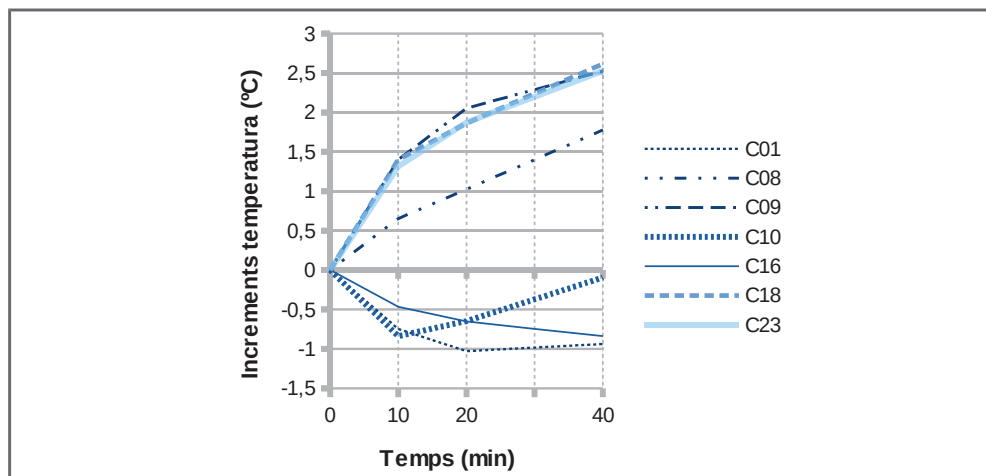
La tabla 4.22 recoge el resumen de la temperatura inicial de contacto, temperatura final e incremento de temperatura para la zona isquial para todos los cojines del estudio. La temperatura ambiente osciló entre los 23 y 24 °C.

Tabla 4.22. Valores de las variables de temperatura para la zona isquial

	Media	Desv. Típ..	Rango	Mínimo	Máximo	Percentiles		
						25	50	75
<b>T inicial</b> (°C)	32,8	0,6	2,0	31,9	33,9	32,4	22,9	33,4
<b>T40</b> (°C)	34,5	1,6	6,5	30,7	37,1	33,8	34,9	35,4
<b>ΔT</b> (°C)	1,6	1,5	6,2	-2,5	3,6	1,4	2,0	2,5

La figura 4.22 representa la evolución de los valores de las temperaturas para un conjunto representativo de cojines.

Figura 4.22. Estimación de las curvas de calentamiento para una selección representativa de cojines



Agua y gel: C01 y C16 / Aire huevera: C23 / Espuma-gel: C08, C09 y C10 / espuma-látex: C18

Esta figura muestra tres patrones básicos de evolución de la temperatura. El primero es un crecimiento continuo de temperatura. Dentro de este grupo encontramos los cojines C08, C09, C18 y C23. Los cojines C08 y C09 son de espuma-gel, el cojín C18 es de espuma-látex y el C23 de aire. El segundo patrón es el correspondiente al cojín C10 de



espuma-gel. Empieza con un enfriamiento hasta el minuto 10 y a partir de este momento empieza a incrementar la temperatura. El tercer patrón corresponde al cojín C16 de gel, con un enfriamiento continuo durante los primeros 40 minutos con descenso más pronunciado en los 10 minutos iniciales. Finalmente, el cojín C01 de agua, con los valores más bajos de temperatura, reduce la temperatura durante los 20 minutos primeros y después empieza un incremento muy ligero hasta el minuto 40.

En cualquier caso, los valores representados en la figura 4.22 responden a los primeros 40 minutos de sedestación, dentro del período transitorio. En este período los cojines de agua (C01) y gel (C16) tienen un efecto refrescante. Los cojines mixtos tienen un comportamiento diverso. Mientras que el C10, de espuma-gel, empieza enfriando, a partir del minuto 10 empieza a calentarse. Por su parte, los cojines C08 y C09, también de espuma-gel, siguen una tendencia de incremento de temperatura semejante al resto de cojines. El C08 adopta una temperatura menor al C09 por su mayor masa de gel.

#### 4.2.1.3. Valores de humedad para la zona isquial

La tabla 4.23 recoge los valores de humedad inicial, humedad final e incremento. Con respecto a las temperaturas, la variabilidad de la humedad es mayor. También aparecen valores negativos de incremento de la humedad igual que aparecían para las temperaturas.

Tabla 4.23. Valores de las variables de humedad para la zona isquial

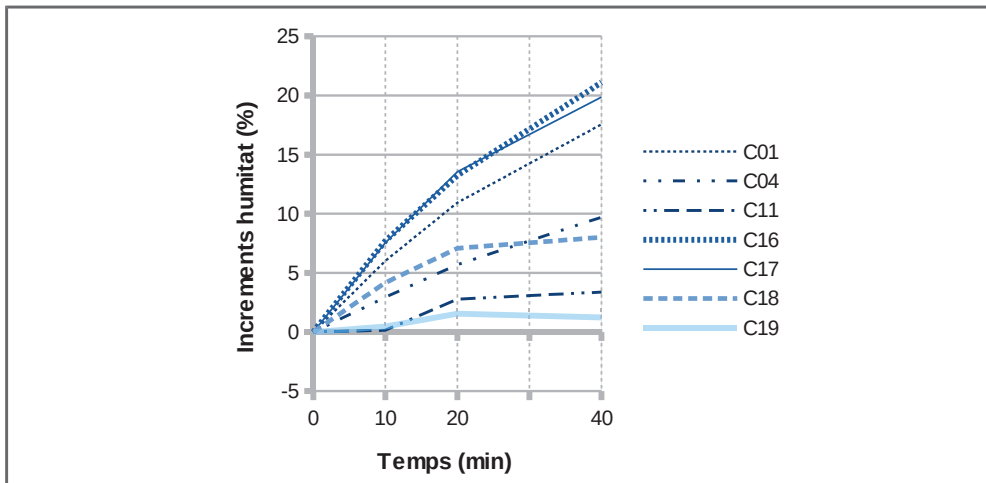
	Media	Desv. Típ..	Rango	Mínimo	Máximo	Percentiles		
						25	50	75
<b>H inicial</b>	56,5	9,1	34,0	39,0	73,0	48,0	60,0	64,0
<b>H40</b>	70,2	8,6	33,7	53,5	87,2	66,0	70,1	78,0
<b>ΔH</b>	13,6	8,3	35,1	-4,6	30,5	8,3	13,9	20,3

La figura 4.23 representa la evolución de los valores de las humedades para un conjunto de cojines. Básicamente se dan dos patrones, indistintamente del valor final de humedad; un patrón incremental, que siguen la mayoría de los cojines y donde a cada instante se produce un aumento de la humedad, y un patrón estacionario o de incremento muy lento, para los cojines de lana natural y sintética. En este caso, conviene señalar, respecto la temperatura, la gran variación de la humedad ambiental. Para los cojines representados en la figura 4.23 los valores de humedad ambiente oscilaban entre el 45%

y 65%. Los valores de media de la humedad en la realización de los ensayos se acerca al 50%, salvo los cojines C04 y C19 con valores de humedad superiores al 60%.

Si recordamos que los 10 primeros minutos eran de reposo, que del minuto 10 al minuto 20 los usuarios se impulsaban de forma continua y después volvían de nuevo al reposo, podemos diferenciar los cojines entre aquellos que resultan sensibles a la actividad y los que no. Así, en los cojines C18, C11 y C19, se identifican claramente los cambios de estado. El C19, de lana natural, después de cesar la actividad empieza a disminuir ligeramente la humedad. los cojines C11 y C18, de lana sintética y espuma-látex respectivamente, cesada la actividad la humedad se incrementa con una inclinación ligera. El comportamiento del cojín C18 solo se explicaría por tener una funda transpirable y tratarse de una espuma de estructura de celda abierta.

Figura 4.23. Estimación de las curvas de humedad para una selección representativa de los cojines



Agua y gel: C01 y C16 / Aire huevera: C04 / Lana (sintética y natural): C11 y C19 / Espuma-látex: C17, C18

Respecto el resto de los cojines, la realización de actividad no afecta de forma tan notable la variación de humedad. Para los cojines C01, C16 y C17 (de agua, gel y espuma-látex respectivamente) la pendiente inicial es más fuerte y después, pese a la actividad, el crecimiento de la humedad es inferior. Una vez superada la actividad, minuto 20, el incremento de la humedad continúa pero con una pendiente aún inferior. En este grupo de cojines destaca el cojín C17, que pese a estar la espuma ranurada, el hecho de tener una funda no transpirable y ser de espuma de celda cerrada, hace a que se comporte de

forma equivalente a los cojines de agua-gel que se encuentran en la banda superior de incremento de humedad, justo lo contrario de lo que pasaba con el cojín C18.

Finalmente, el cojín C04, de aire, sigue una pendiente prácticamente constante de incremento de humedad. El valor de esta pendiente es intermedio al de los dos grupos señalados anteriormente. Por tanto, el sistema de cápsulas en estructura de huevera estaría reduciendo la pendiente de crecimiento de la humedad. Si comparamos con el caso de las temperaturas, esta estructura estaría resultando más eficaz para gestionar la humedad que para gestionar la temperatura.

#### 4.2.1.4. Análisis factorial de los parámetros de humedad y temperatura en la zona isquial

La tabla 4.24 muestra el resultado de el análisis factorial de las variables de humedad y temperatura para la zona isquial. En total se han identificado cuatro factores: (1) incremento de la temperatura, (2) incremento de la humedad, (3) humedad y (4) temperatura. En conjunto, estos factores explican el 91,2% de la varianza, con contribuciones semejantes de cada una de las variables, del 24,4% del factor 1 al 21,1% del factor 4.

**Tabla 4.24. Contribución de las diferentes variables a las componentes principales rotadas**

	Componentes rotades			
	F1. Increment T	F2. Increment H	F3. Humitat	F4. Temperatura
T increment isquis	0,961			
T20-T10 isquis	0,897			
T10-Ti isquis	0,866			
T40-T20 isquis	0,797			
H increment isquis		0,983		
H20-H10 isquis		0,889		
H10-Hi isquis		0,872		
H40-H20 isquis		0,808		
H isquis 10'			0,969	
H isquis 20'			0,967	
H isquis 40'		0,457	0,877	
H isquis inici		-0,495	0,853	
T isqui 10'				0,951
T isqui 20'				0,894
T isqui inici	-0,462			0,845
T isqui 40'	0,538			0,819

La importancia de este análisis factorial es que nos permite separar entre lo que son valores de temperatura y humedad iniciales y lo que son las tendencias de crecimiento. Esto es especialmente importante si tenemos en cuenta que en los 40 minutos que duró

el ensayo, los cojines se encuentra dentro d'una fase transitoria. Por otra parte, es probable esperar que con un mayor control de la humedad del entorno esta relación de porcentajes de explicación de la varianza se modificara.

De entre las variables relacionadas con los factores hemos escogido las más representativas y fáciles de explicar. Así, para los factores 1 y 2, correspondientes a incrementos de humedad y temperatura, hemos escogido las variables de incrementos totales de temperatura y humedad. Igualmente, para los factores de temperatura y humedad finales, hemos escogido las variables que registraban los valores finales de temperatura y humedad. Estas variables, de nivel 2 en el esquema de evaluación causa-efecto, las hemos utilizado para identificar posibles relaciones con las variables de caracterización de los cojines (apartado 4.4.5).

#### 4.2.2. Análisis de las variables de interacción mecánica y a presiones

Las variables biomecánicas de interacción cojín-persona analizadas son: superficie, Pmax25, Pmax10 y ID. La tabla 4.25 muestra la distribución de los valores de estas variables según los resultados directos de la medida con las personas en silla de ruedas.

**Tabla 4.25. Resumen de las variables de presiones, superficies e índice de distribución resultante de la interacción persona-coixí**

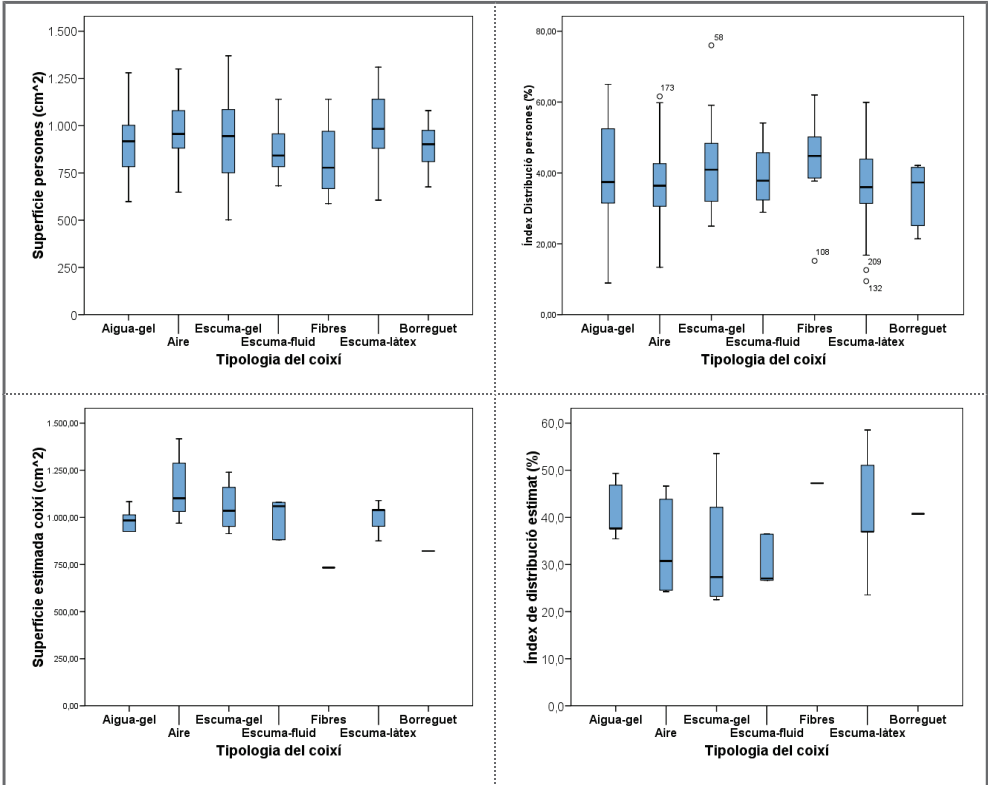
	Media	Desv. Típ.	Rango	Mínimo	Máximo	Percentiles		
						25	50	75
<b>Superficie (cm<sup>2</sup>)</b>	940	173	868	502	1370	815	936	1060
<b>ID (%)</b>	38	11	67	9	76	32	37	45
<b>Pmax25 (N/cm<sup>2</sup>)</b>	0,66	0,18	1,29	0,30	1,58	0,55	0,63	0,76
<b>Pmax10 (N/cm<sup>2</sup>)</b>	0,84	0,27	2,19	0,37	2,56	0,68	0,80	0,98

La figura 4.24 representa, en un diagrama de cajas, el valor de las variables de superficie e índice de distribución en función de la tipología del cojín, tanto para la medida directa realizada con usuarios como con las medidas estimadas donde descartamos el efecto del usuario. En este segundo caso tomamos como base las medidas y valores del cojín C25, que fue ensayado por todas las personas. A mayores valores de superficie le corresponden menores valores de concentración de presiones en la zona isquial. El valor absoluto de esta correlación es 0,355 y 0,495, para las medidas con personas y las estimadas respectivamente, con una significación <0,01.

El análisis de Scheffé para la identificación de subconjuntos homogéneos para las medidas estimadas de superficie nos identifica tres grupos de cojines. En el grupo de su-

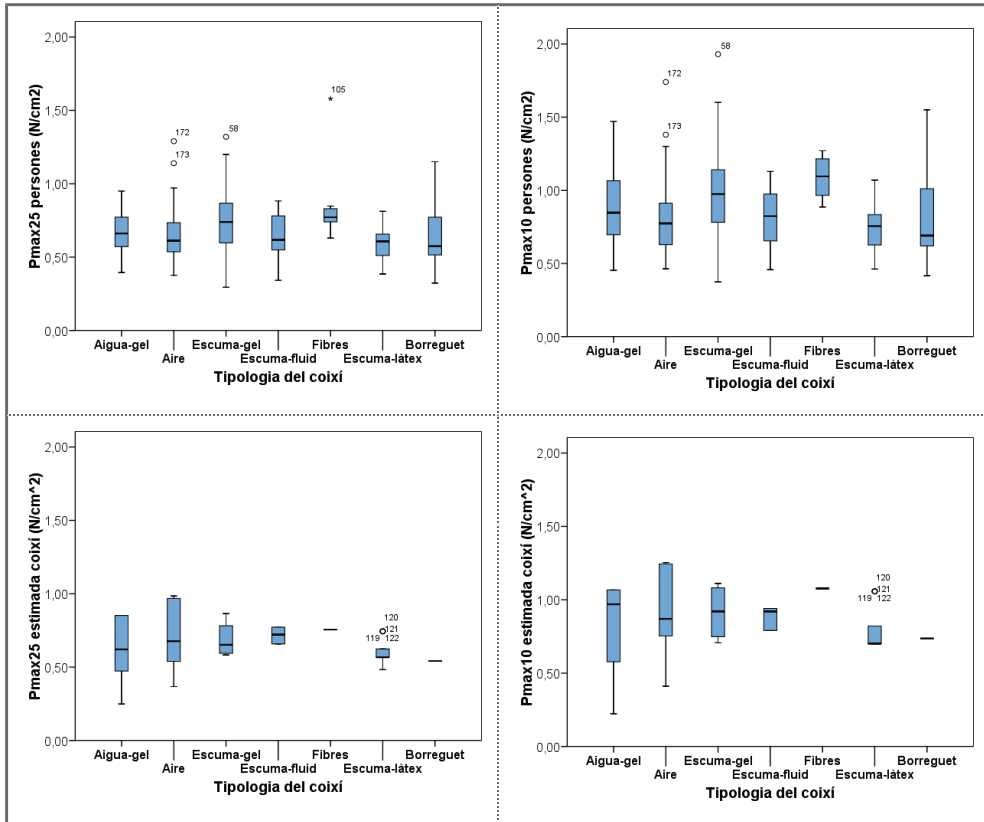
perfiles menores se encuentran los cojines de borreguito y fibras. En el grupo de superficies intermedias estarían los de agua-gel y todas las tipologías de base de espuma. Finalmente, en el grupo de superficies más elevadas estarían los cojines de aire y los de espuma-gel. Estos últimos también quedan clasificados en el grupo de presiones intermedias. Por contra, el mismo análisis sobre las medidas directas no identifica ningún subconjunto debido seguramente a la variabilidad entre sujetos, que podría ser superior a la variabilidad entre cojines. Motivo añadido para controlar el efecto del sujeto. Si repetimos este análisis para los índices de distribución estimados, el grado de superposición es muy elevado, sólo los cojines de espuma-fluido y fibras quedan adscritos a un único grupo. Espuma-fluido se adscribe al de valores menores y fibras al de valores mayores en un total de tres subconjuntos.

**Figura 4.24. Representación de los diagramas de cajas para las variables de superficie (izquierda) e índice de distribución (derecha) en función de la tipología del cojín**



La figura 4.25 representa, en un diagrama de cajas, las variables de presión, Pmax25 y Pmax10, en función de la tipología del cojín. Están representados tanto los valores directos de medida con las personas como los estimados, una vez anulado el efecto de las personas. El grado de superposición de los valores en ambos casos es elevado.

**Figura 4.25. Representación de los diagramas de cajas para las variables de presiones, Pmax25 izquierda y Pmax10 a la derecha, en función de la tipología del cojín; en la parte superior valores de medida directa y en la parte inferior valores estimados descontando efecto usuarios**



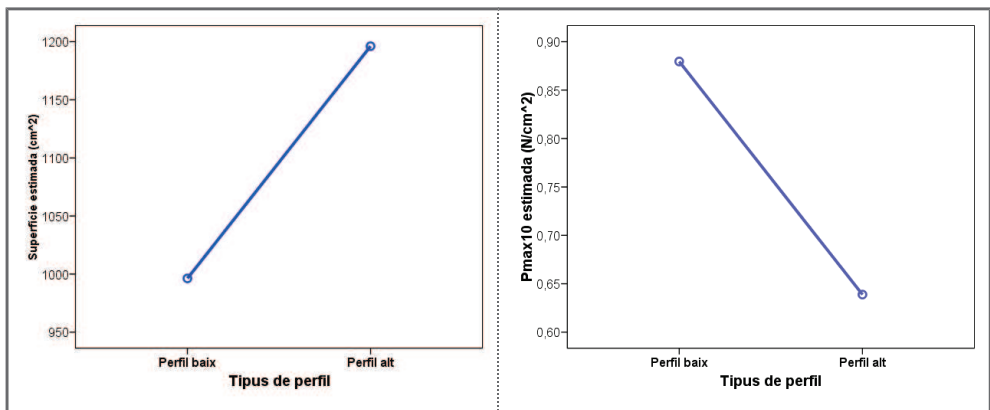
Los cojines C23 y C24, eran la versión baja de los cojines de aire C03 y C04. El análisis del efecto del grueso para los cuatro parámetros medidos con personas en silla de ruedas da lugar a las siguientes afirmaciones:

- los cojines de perfil alto respecto los de perfil bajo aumentan en un 20% la superficie de contacto.

- No se encuentran diferencias significativas para la distribución de las presiones ni para Pmax25
- Los cojines de perfil alto respecto los de perfil bajo reducen en un 14% el valor de la presión Pmax10

La figura 4.26 muestra estas diferencias, significación  $<0.01$  para la superficie y  $<0,05$  para la Pmax10.

**Figura 4.26. Representación de los valores de superficie, y Pmax10 para los cojines C03, C04, C23 y C24 agrupados en función de si eran perfiles altos o bajos**



### **4.3. Resultados para las variables de tercer nivel. Evaluación de las consecuencias de la interacción cojín-persona**

Este apartado tiene dos puntos. El primero cuenta la valoración subjetiva de los cojines, referida a microclima, obtenida a partir de las tres personas sanas que participaron en la experimentación. Esta valoración incluye tanto aspectos globales como específicos referidos al confort, la sensación térmica o higroscópica. El segundo punto analiza las valoraciones subjetivas de las personas en silla de ruedas, referidas principalmente a aspectos mecánicos y presiones. Presenta también un análisis factorial de las variables de calidad de los cojines, así como un análisis de importancia frecuencia de como influyen los factores identificados en la bondad y evolución de la percepción del cojín.

#### ***4.3.1. Resultados de la evaluación subjetiva de la interacción cojín-persona, centrada en microclima, por parte de personas sanas***

Como ya hemos explicado en el capítulo de metodología, el análisis de la interacción cojín-persona desde la perspectiva del microclima se realizó con tres personas sanas. Por tanto, los resultados que se presentan en este punto corresponden a las opiniones y percepciones manifestadas por ellas. En la evaluación cumplieron el cuestionario de confort climático reproducido en el anexo de cuestionarios. Las variables contempladas en la valoración subjetiva, relacionadas con el microclima, se referían a la valoración global, a la valoración del confort respecto a la temperatura y a la humedad, así como la sensación térmica (frío-calor) y la sensación higroscópica (seco).

Este apartado describe los resultados de la valoración global y del resto de las variables de confort, sensación higroscópica y sensación térmica. También analiza la relación de estas variables con la valoración global.

##### *4.3.1.1. Descripción de la valoración global de los cojines*

La valoración global media de los cojines es 6,73 dentro de un rango posible entre un mínimo de 0 y un máximo de 10. La distribución de esta valoración sigue una distribución normal. La tabla 4.26 muestra los estadísticos descriptivos de la muestra.



Tabla 4.26. Caracterización de la valoración global de los cojines

	Media	Desv. Típ.	Rango	Mínimo	Máximo	Percentiles		
						25	50	75
<b>Valoración global</b>	6,73	1,33	6,0	4,0	10,0	4,0	7,0	8,0

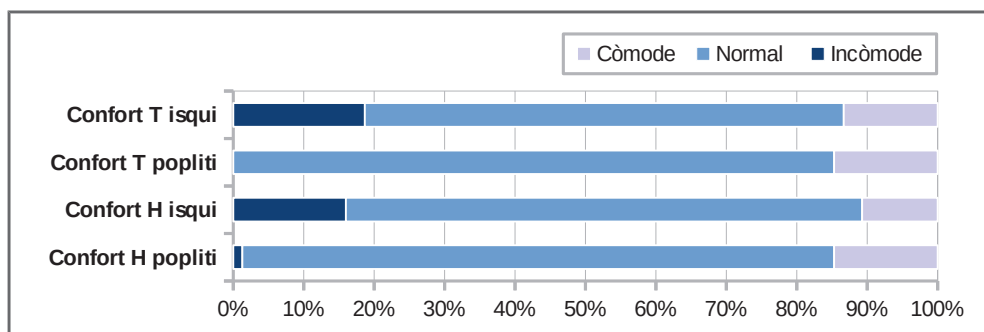
#### 4.3.1.2. Descripción de la valoración del confort a temperatura y a humedad

A las tres personas que valoraron los cojines se pedía una valoración del confort del cojín relativa a la temperatura y a la humedad en tres momentos del ensayo. Los valores representados en la tabla 4.27 y la figura 4.27 corresponden al momento final. En ambos casos se observa como la percepción de confort es peor en la zona isquial, donde la influencia del cojín es mayor, que en el espacio poplíteo. Los valores porcentuales de incomodidad relativos a la temperatura y a la humedad son equivalentes.

Tabla 4.27. Valoración del confort a humedad y temperatura para el espacio poplíteo y la zona isquial

	Incómoda	Normal	Cómoda
<b>Confort T zona isquial</b>	18,7 %	68,0 %	13,3 %
<b>Confort T espacio poplíteo</b>	-	85,3 %	14,7 %
<b>Confort H zona isquial</b>	16,0 %	73,3 %	10,7 %
<b>Confort H espacio poplíteo</b>	1,3 %	84,0 %	14,7 %

Figura 4.27. Representación de la valoración de confort a humedad y temperatura para el espacio poplíteo y la zona isquial del conjunto de los cojines



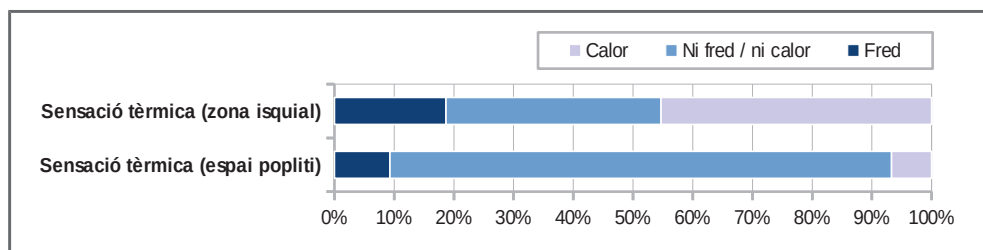
4.3.1.3. Descripción de la valoración de la sensación térmica (frío-calor)

A las tres personas que valoraron los cojines, se pedía una valoración de la sensación térmica en el espacio poplíteo y en la zona isquial, en tres momentos del ensayo. Los valores representados en la tabla 4.28 y la figura 4.28 corresponden al momento final. En ambos casos se observa como la sensación térmica tiene valores más polarizados para la zona isquial. Esta polarización apoyaría la idea que algunos cojines dan sensación de frío y otros de calor, y que la influencia del cojín en la zona poplíteo es mínima.

Tabla 4.28. Valoración de sensación térmica para el espacio poplíteo y la zona isquial

	Frío	Ni frío / ni calor	Calor
<b>Sensación térmica (zona isquial)</b>	18,7 %	36,0 %	45,3 %
<b>Sensación térmica (espacio poplíteo)</b>	9,3 %	84,0 %	6,7 %

Figura 4.28. Representación de la sensación térmica para el espacio poplíteo y la zona isquial del conjunto de los cojines



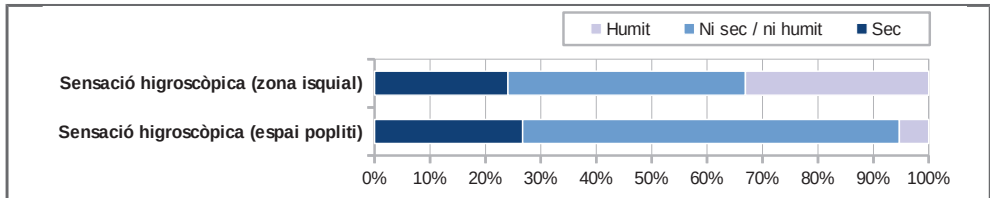
4.3.1.4. Descripción de la valoración de la sensación higroscópica (seco)

A las tres personas que valoraron los cojines, les pedíamos una valoración de la sensación higroscópica en el espacio poplíteo y en la zona isquial, en tres momentos del ensayo. Los valores representados en la tabla 4.29 y la figura 4.29 corresponden al momento final. En ambos casos se observa como la sensación higroscópica tiene valores más polarizados para la zona isquial. Esta polarización apoyaría la idea que algunos cojines dan sensación de sequedad y otros de humedad, y que igual que ocurría para el caso de la sensación térmica, la influencia del cojín en la zona poplíteo es mínima.

Tabla 4.29. Valoración de sensación higroscópica para el espacio poplíteo y la zona isquial

	Seco	Ni seco / ni húmedo	Húmedo
<b>Sensación higroscópica (zona isquial)</b>	24,0 %	42,7 %	33,0 %
<b>Sensación higroscópica (espacio poplíteo)</b>	26,7 %	68,0 %	5,3 %

Figura 4.29. Representación de la sensación higroscópica para el espacio poplíteo y la zona isquial del conjunto de los cojines



#### 4.3.1.5. Relación de la valoración global con la resto de variables subjetivas

El análisis de la valoración global respecto el resto de variables subjetivas persigue identificar qué elementos de la percepción del usuario tienen mayor influencia o repercusión en la valoración global del cojín desde la perspectiva del microclima.

##### Variables de confort climático

Las variables de confort climático preguntaban sobre la sensación respecto a la humedad y la temperatura para la zona isquial y poplíteo. Esta sensación se podía clasificar en una escala de tres niveles: incómoda, normal o cómoda. La tabla 4.30 muestra el valor de las correlaciones del confort climático con la valoración global. A mayor comodidad, para la sensación de temperatura y humedad y cualquiera de las zonas, le corresponde una valoración global más alta. Las correlaciones (sig. <0,01) son más fuertes para la humedad y la zona isquial. El valor de las correlaciones queda comprendido entre el 0,720 para la sensación de confort a humedad en la zona isquial y el 0,510 para la sensación de confort a temperatura en el espacio poplíteo.

Tabla 4.30. Representación de las correlaciones entre las variables de confort climático, a humedad y temperatura, respecto a la valoración global del cojín

	CONFORT HUMEDAD		CONFORT TEMPERATURA	
	Espacio poplíteo	Zona isquial	Espacio poplíteo	Zona isquial
<b>Valoración global</b>	↑↑↑	↑↑↑	↑↑↑	↑↑↑
	0,550**	0.720**	0,510**	0,640**

*Variables de sensación higroscópica y térmica*

Las variables de sensación térmica e higroscópica preguntaban sobre la sensación de calor/frío y humedad/sequedad respectivamente, en relación a las zonas isquial y poplítea. La correlación de la sensación térmica en la zona isquial con la valoración global no es significativa. En general, a mayor sensación de frescura y menor sensación de humedad la valoración global mejora, el valor de estas correlaciones se encuentran próximas al 0,5, con una significación  $<0,01$ . La tabla 4.31 muestra el detalle de los valores.

Tabla 4.31. Representación de las correlaciones entre las variables de confort climático, a humedad y temperatura, con respecto a la valoración global del cojín

	SENSACIÓN HÚMEDO/SECO		SENSACIÓN CALOR/FRÍO	
	Espacio poplíteo	Zona isquial	Espacio poplíteo	Zona isquial
<b>Valoración global</b>	↑	↑	↑	*
	0,460**	0.460**	0,490**	-

Según estos datos **la sensación de frescura y de sequedad contribuyen de forma positiva a la valoración global térmica de los cojines.**

4.3.1.6. *Relación de las variables de confort climático (humedad x temperatura)*

A los usuarios les preguntábamos por el confort climático (temperatura y humedad) referido al espacio poplíteo y a la zona isquial. La respuesta admitía tres niveles: incómodo, normal o cómodo. Las variables de confort correlacionan, tanto entre la humedad y la temperatura como entre el espacio poplíteo y la zona isquial. Las correlaciones toman valores de entre 0,347 y 0,853 (sig.  $<0,01$ ). La tabla 4.32 muestra el detalle.

Tabla 4.32. Representación de las correlaciones entre las variables de confort climático referidas a la sensación de humedad y de temperatura según zona

	CONFORT HUMEDAD		CONFORT TEMPERATURA	
	Espacio poplíteo	Zona isquial	Espacio poplíteo	Zona isquial
<b>CONFORT HUMEDAD Espacio poplíteo</b>		↑↑	↑↑↑↑	↑
<b>CONFORT HUMEDAD Zona isquial</b>	0,587**		↑↑	↑↑
<b>CONFORT TEMP. Espacio poplíteo</b>	0,853**	0,557**		↑
<b>CONFORT TEMP. Zona isquial</b>	0,347**	0,635**	0,347**	

4.3.1.7. Relación entre las valoraciones de sensación higroscópica y térmica con la sensación de confort climático

Confort climático (humedad)

Tabla 4.33. Representación de las correlaciones entre las variables de confort climático (humedad) con respecto a la sensación de humedad y de temperatura según zona

	SENSACIÓN HÚMEDO/SECO		SENSACIÓN CALOR/FRÍO	
	Espacio poplíteo	Zona isquial	Espacio poplíteo	Zona isquial
<b>HUMEDAD</b>	↑↑	↑	↑↑	✘
<b>Confort poplíteo</b>	0,598**	0,373**	0,598**	-
<b>HUMEDAD</b>	↑↑	↑↑	↑↑	↑
<b>Confort isquion</b>	0,587**	0,643**	0,592**	0,445**

Según estos datos, a mayor sensación de frescura y de sequedad mejor es la valoración del confort (humedad).

Confort climático (temperatura)

Tabla 4.34. Representación de las correlaciones entre las variables de confort climático (temperatura) con respecto a la sensación de humedad y de temperatura según zona

	SENSACIÓN HÚMEDO/SECO		SENSACIÓN CALOR/FRÍO	
	Espacio poplíteo	Zona isquial	Espacio poplíteo	Zona isquial
<b>TEMPERATURA</b>	↑↑	↑	↑↑	✘
<b>Confort poplíteo</b>	0,551**	0,352**	0,539**	-
<b>TEMPERATURA</b>	↑	↑	↑↑	↑
<b>Confort isquion</b>	0,400**	0,429**	0,659**	0,375**

Según estos datos, a mayor sensación de frescura y de sequedad mejor es la valoración del confort (temperatura).

Si valoramos el confort climático de forma conjunta para la humedad y la temperatura la conclusión es que el confort climático mejora con la sensación de frescura y la sensación de sequedad.

4.3.1.8. El efecto del tiempo en las valoraciones de confort climático, sensación higroscópica y térmica y relación con la valoración global de confort térmico

Este apartado analiza el efecto del tiempo en el valor de las correlaciones entre la valoración global y la sensación higroscópica y térmica. Los períodos de tiempo inicial-intermedio-final corresponden con 10 segundos, 20 minutos y 40 minutos. Así, para la valoración del confort climático (T) en la zona isquial la significación pasa de <0,05 para el momento inicial a <0,01 para el caso intermedio y final. Igualmente, el valor pasa de 0,259 inicial a 0,640 final. La tabla 35 recoge el detalle.

Tabla 4.35. Representación de las correlaciones entre las variables de confort climático, a humedad y temperatura, con respecto a la valoración global en función del tiempo según zona

		MOMENTO DE EVALUACIÓN		
		Inicial	Intermedio	Final
<b>FRESCURA / CONFORT TÉRMICO</b> Espacio pobliteo	<b>A mayor sensación de frescura mejor valoración global</b>	*	*	↑
		-	-	0,491*
	<b>A mayor confort térmico mejor valoración global</b>	*	*	↑↑
		-	-	0,508**
<b>FRESCURA / CONFORT TÉRMICO</b> Zona isquial	<b>A mayor sensación de frescura mejor valoración global</b>	*	*	*
		-	-	-
	<b>A mayor confort térmico mejor valoración global</b>	↑	↑	↑↑
		0,259*	0,428**	0,640**
<b>SEQUEDAD / CONFORT HIGROSCÓPICO</b> Espacio pobliteo	<b>A mayor sensación de sequedad mejor valoración global</b>	*	*	↑
		-	-	0,464**
	<b>A mayor confort higroscópico mejor valoración global</b>	*	↑	↑↑
		-	0,326**	0,549**
<b>SEQUEDAD / CONFORT HIGROSCÓPICO</b> Zona isquial	<b>A mayor sensación de sequedad mejor valoración global</b>	*	↑	↑
		-	0,420**	0,455**
	<b>A mayor confort higroscópico mejor valoración global</b>	↑	↑	↑↑
		0,258*	0,384**	0,464**

Con el tiempo el valor y la significación de las correlaciones entre la valoración global y la sensación de confort, térmica e higroscópica aumentan. Todas las correlaciones se comportan en el mismo sentido, las más sensibles son el confort térmico e higroscópico.

---

### 4.3.2. Resultados de la evaluación subjetiva de la interacción cojín-persona, por parte de las personas en silla de ruedas

En la valoración subjetiva los usuarios de sillas de ruedas y de los cojines evaluaban 22 variables. Entre ellas había variables globales, como la valoración de conjunto o la comodidad, y específicas, como la sensación de humedad, dolor o encajonamiento. Este apartado, en los dos primeros puntos, describe las variables y su agrupación en factores independientes. Primero lo hace para las variables globales y de comodidad y después para la resto de variables de percepción de la calidad. En el tercer punto analiza la correlación existente entre los factores globales y los específicos y finalmente analiza la importancia-frecuencia de todas las variables específicas con respecto a los factores de bondad y evolución, obtenidos después de la realización de un análisis factorial sobre las variables de valoración de conjunto.

#### 4.3.2.1. Descripción y análisis factorial de la valoración global y de comodidad de los cojines

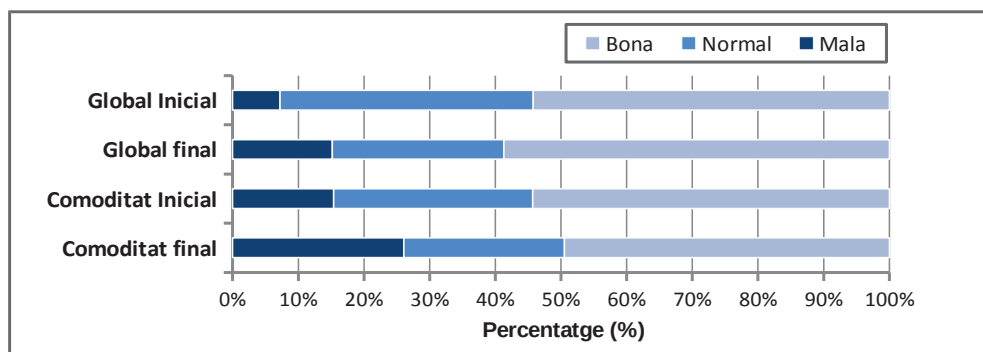
Este apartado describe y analiza la valoración global y de comodidad en el momento inicial y final durante la realización de los ensayos. El porcentaje de valoraciones «mala» es relativamente reducido. Sólo la comodidad final supera ligeramente el 25% de valoraciones negativas. La valoración global final y la comodidad inicial obtienen un 15% de valoraciones negativas mientras que la valoración global inicial negativa no llega al 10%.

Tabla 4.36. Distribución de la valoración de los usuarios para las variables globales y de comodidad

	Mala	Normal	Buena
<b>Global inicial</b>	7,2 %	38,6 %	54,2 %
<b>Global final</b>	15,2 %	26,1 %	58,7 %
<b>Comodidad inicial</b>	15,4 %	30,3 %	54,3 %
<b>Comodidad final</b>	26,1 %	24,5 %	49,5 %

La tabla 4.36 y la figura 4.30 muestran como con el tiempo empeora la valoración global y la percepción de comodidad. Como el ensayo para cada cojín duró alrededor de una hora, nos encontraríamos seguramente dentro de un período transitorio. Esta evolución de la valoración deberíamos tenerla en cuenta para estimar el tiempo necesario de prueba de los cojines, por ejemplo, durante la visita del usuario a una ortopedia.

Figura 4.30. Representación de la valoración de los usuarios de las variables globales y de comodidad



Para comprender mejor las variables subjetivas hemos realizado un análisis factorial con las variables globales y de comodidad. El análisis factorial da como resultado dos factores principales, un ligado a la buena calidad del cojín y otro relacionado con la evolución en la percepción experimentada en el tiempo. El primer factor detectado explica el 65% de la varianza y en él participan todas las variables globales y de comodidad. El segundo factor está relacionado con la evolución que sufre la valoración global del cojín, en función del tiempo, cuando la persona está sentada encima de él. La tabla 4.37 muestra el peso de cada una de las variables en las nuevas componentes factoriales.

Tabla 4.37. Factores resultantes de las variables globales y de comodidad

Variables	Factores	
	F1 - Bondad	F2 - Evolución
<b>Comodidad final</b> ( <i>incómodo-normal-cómodo</i> )	0,881	-
<b>Comodidad inicial</b> ( <i>incómodo-normal-cómodo</i> )	0,827	-
<b>Global final</b> ( <i>mala-normal-buena</i> )	0,762	-0,566
<b>Global inicial</b> ( <i>mala-normal-buena</i> )	0,758	0,505

#### 4.3.2.2. Descripción del resto de variables subjetivas

Dentro de este grupo se incluyen catorce variables. Unas responden a un continuo o gradación, cuanto más mejor (o peor, en función de los casos); y otros responden a un comportamiento dual donde el exceso o el defecto pueden generar una percepción ne-

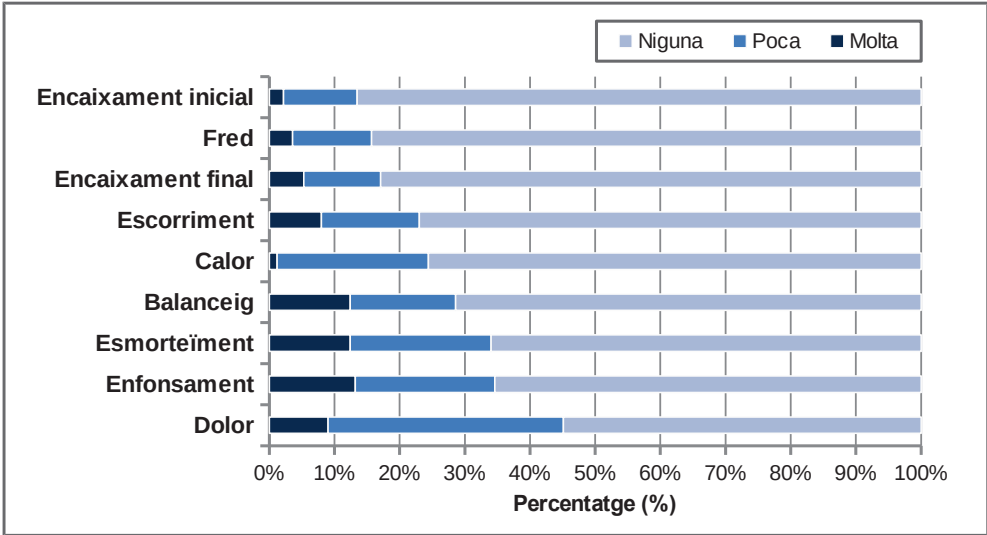


gativa. Entre las primeras tendríamos la sensación de frío o de hundimiento (mucho, poca o nada); y la valoración de la estética (buena, normal o mala). Entre las segundas estarían el grueso o la firmeza del cojín. Todas ellas formaban parte de las variables contempladas en la encuesta que se pasaba a los usuarios y que se reproduce en el anexo de este trabajo.

Tabla 4.38. Distribución porcentual de la valoración de los usuarios para las variables incrementales

	Mucho	Poco	Nada
Encajonamiento inicial	2,2 %	11,3 %	86,6 %
Frío	3,6 %	12,1 %	84,2 %
Encajonamiento final	5,3 %	11,8 %	82,9 %
Escurrimiento	8,0 %	15,0 %	77,0 %
Calor	1,2 %	23,0 %	75,0 %
Balanceo	12,4 %	16,2 %	71,4 %
Amortiguamiento	12,4 %	21,6 %	65,9 %
Hundimiento	13,2 %	21,4 %	65,4 %
Dolor	9,0 %	36,1 %	54,8 %

Figura 4.31. Distribución porcentual de la valoración de los usuarios de las variables incrementales



La tabla 4.38 y la figura 4.31 muestran la distribución de las valoraciones de las variables incrementales por parte de los usuarios, salvo la valoración estética. El valor pre-

dominante de la sensación es *ninguna*. Entre las sensaciones, la menos frecuente es la de encajonamiento, con un 13,5% de los casos, y la más frecuente el dolor, con 45,1% de los casos. Estos porcentajes resultan de la suma de las valoraciones *mucho* y *poco*.

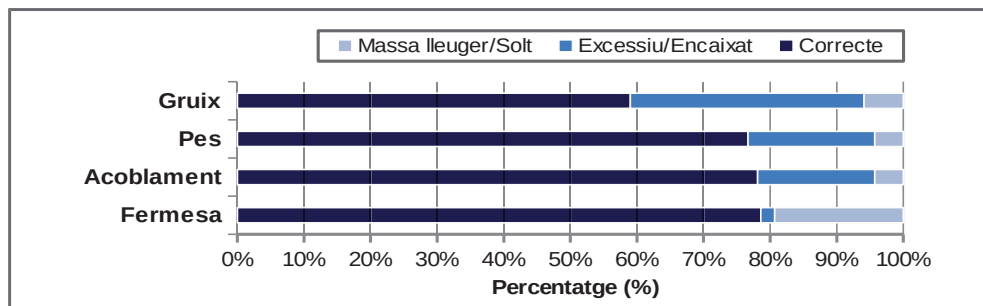
El encajonamiento fue la única de estas variables que se midió al inicio y al final de los ensayos. La tabla 4.38 y la figura 4.31 muestran como la sensación de encajonamiento aumenta ligeramente con el tiempo. Este aumento de la sensación de encajonamiento es consistente con el empeoramiento de la valoración global y de comodidad.

Mención especial merece la valoración estética, con un 64,2% de valoraciones negativas (mala), un 23,7% de valoraciones normales y solo un 8,6% de valoraciones positivas (buena). Esto da idea del margen de mejora existente desde el punto de vista estético. Este resultado es coherente con la percepción mayoritaria de los productos de apoyo con respecto a una estética muy mejorable.

Tabla 4.39. Distribución de la valoración de los usuarios para cada una de las variables incrementales

	Correcto	Excesivo/encajado	Demasiado ligero/suelto
<b>Grueso</b>	59,0 %	35,1 %	5,9 %
<b>Peso</b>	76,6 %	19,0 %	4,3 %
<b>Acoplamiento</b>	78,2 %	17,6 %	4,3 %
<b>Firmeza</b>	78,6 %	2,1 %	19,3 %

Figura 4.32. Representación de la valoración de los usuarios para cada una de las variables incrementales



En el segundo grupo de variables, que hemos llamado duales, tenemos el grueso, el peso, el acoplamiento y la firmeza del cojín. La tabla 4.39 y la figura 4.32 muestran la

distribución porcentual de las diferentes valoraciones por parte de los usuarios. Para todas ellas el valor predominante es el de *correcto*, con el 59% de las valoraciones para el grueso y entre el 75% y el 80% para la resto de las variables (peso, acoplamiento y firmeza). Para todas las variables predomina la valoración por exceso, salvo la firmeza. El grueso toma una valoración por exceso del 35%, mientras que el peso y el acoplamiento toman valores próximos al 20%. En el caso de la firmeza, la valoración de poco firme se aproxima al 20% de la totalidad de las valoraciones.

#### 4.3.2.3. Resultado de el análisis factorial de las variables de calidad de los cojines

El análisis factorial identificó seis factores nuevos: F1. Estabilidad, F2. Calor-dolor, F3. Encajonamiento, F4. Colapso, F5. Tamaño-estética y F6. Frío-peso. La tabla 4.40 detalla la agrupación de las variables por factores y la varianza global explicada.

Tabla 4.40. Componentes factoriales de las valoraciones globales y de comodidad

FACTOR	VARIABLE Y CONTRIBUCIÓN AL FACTOR	VARIANZA EXPLICADA	
		Por factor	Acumulada
<b>F1. Estabilidad</b>	0,797 <b>Esgurrimiento</b> ( <i>mucho-poco-nada</i> )		
	0,690 <b>Firmeza</b> ( <i>ligero-correcto-excesivo</i> )	12,19%	12,19%
	0,529 <b>Balanceo</b> ( <i>mucho-poco-nada</i> )		
<b>F2. Calor-dolor</b>	0,768 <b>Calor final</b> ( <i>intenso-ligero-nada</i> )	11,90%	24,09%
	0,736 <b>Dolor final</b> ( <i>intenso-ligero-nada</i> )		
<b>F3. Encajonamiento</b>	0,768 <b>Encajonamiento F</b> ( <i>mucho-poco-nada</i> )	11,75%	35,84%
	0,736 <b>Encajonamiento Y</b> ( <i>muy-poco-nada</i> )		
<b>F4. Colapso</b>	0,863 <b>Amortiguamiento</b> ( <i>muy-poco-nada</i> )	10,78%	46,62%
	-0,629 <b>Hundimiento</b> ( <i>muy-poco-nada</i> )		
<b>F5. Tamaño - estética</b>	0,795 <b>Acoplamiento</b> ( <i>encajado-correcto-suelto</i> )		
	0,564 <b>Estética</b> ( <i>mala-normal-buena</i> )	10,55%	57,18%
	0,513 <b>Grueso</b> ( <i>excesivo-correcto-ligero</i> )		
<b>F6. Frío - peso</b>	0,728 <b>Frío</b> ( <i>intenso-ligero-nada</i> )	9,39%	66, 57%
	0,692 <b>Peso</b> ( <i>pesado-normal-ligero</i> )		

A continuación se explican estos factores:

#### F1. Estabilidad (esgurrimiento-firmeza-balanceo)

Este factor recoge las variables relacionadas con el comportamiento dinámico del cojín. La sensación de inestabilidad aumenta con mayores percepciones de esgurrimiento y balanceo y valores reducidos de firmeza.

F2. Calor-dolor (calor-dolor)

El hecho de que las sensaciones de calor y dolor aparezcan juntas dentro del mismo factor podría deberse a un efecto potenciador del calor sobre el dolor. La otra posibilidad es que como muchos usuarios tenían reducida la sensibilidad, los usuarios que sufrieran dolor fueran los mismos que pudieran tener sensibilidad por experimentar sensación de calor.

F3. Encajonamiento (encajonamiento inicial y final)

Es el factor más fácil de interpretar, depende de la sensación de encajonamiento inicial y final. A mayor sensación de encajonamiento, mayor sensación de dificultad de movimientos.

F4. Colapso (amortiguamiento-hundimiento)

El colapso de un cojín se produce cuando ante carga se hunde del todo y además no tiene posibilidad de amortiguar impactos. Una situación típica donde se puede producir es durante la transferencia, momento donde se concentra el peso en una parte del cojín.

F5. Tamaño-estética (acoplamiento-estética-grueso)

Este factor relaciona la estética con el tamaño del cojín. Los cojines son valorados de forma positiva cuando son más pequeños y cuando son más bonitos. Que el cojín quepa de forma adecuada en la silla de ruedas, sin acoplamiento, se valora de forma positiva desde el punto de vista estético.

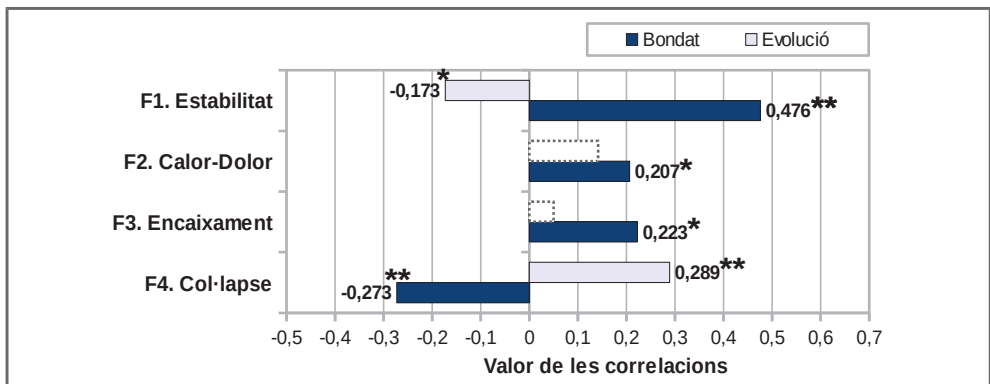
F6. Frío-peso (frío-peso)

Este factor relaciona la sensación de frío con la sensación de peso. Resultado coherente si tenemos en cuenta que los cojines que más sensación de frío dan son los que tienen gel y agua, caracterizados también por tener un peso elevado.

#### 4.3.2.4. Correlaciones de los factores de calidad con los factores globales

La figura 4.33 representa las correlaciones entre los factores de calidad y los factores globales. Los valores marcados con un \* tienen significaciones  $<0,05$  y los marcados con un \*\* tienen significaciones  $<0,01$ . De los seis factores de calidad identificados, los factores *F5. Tamaño-estética* y la *F6. Frío-peso* no tienen ninguna correlación con los factores de bondad y evolución. Los factores de tamaño-estética y frío-peso son factores identificados y valorados por parte de los usuarios pero que no influyen en la valoración de la bondad del cojín o en la evolución de la valoración global del cojín.

Figura 4.33. Valores de las correlaciones entre los factores de calidad y los factores global



A continuación, para cada uno de los factores de calidad, se interpreta la relación con los factores de bondad y de evolución de los cojines.

##### F1. Estabilidad (escurrimiento-firmeza-balanceo)

A mayor percepción de estabilidad, mayor es también la percepción de la bondad del cojín y menor es la pérdida de valoración.

##### F2. Calor-dolor (calor-dolor)

La no sensación de dolor y de calor está relacionada con una mejor percepción de la bondad del cojín. La sensación de calor-dolor no afecta el valor global de evolución.

##### F3. Encajonamiento (encajonamiento inicial y final)

La sensación de libertad de movimientos (baja sensación de encajonamiento) se relaciona con una mejor percepción del cojín. No tiene relación con la valoración de evolución del cojín.

*F4. Colapso (amortiguamiento-hundimiento)*

Un cojín que colapsa es un cojín sin capacidad de amortiguamiento y que además se hunde mucho. A mayor percepción de colapso, peor es la valoración del cojín en bondad y más alta es la pérdida en valoración.

*4.3.2.5. Análisis de importancia-frecuencia*

Para el análisis de importancia-frecuencia hemos tenido en cuenta, como ya se explicó en el capítulo 3. *Metodología*, por una parte, el grado de asociación entre los factores de bondad y de evolución con la resto de variables de calidad, calculado a partir del grado de correlación; por otra parte, hemos considerado el porcentaje de las respuestas negativas para cada una de las variables. Así, para la variable de dolor hemos cogido la suma de los porcentajes con sensación de dolor intenso/poco. Igualmente, para el balanceo hemos cogido el porcentaje correspondiente a la suma de las valoraciones de sensación de balanceo mucho/poco.

**Tabla 4.41. Valor de las correlaciones de las variables de calidad agrupadas por factores, respecto a los factores de bondad y de evolución con representación del porcentaje de valoraciones críticas**

FACTOR	VARIABLE	Frec.	Bondad	Evol.
<b>F1. Estabilidad</b>	<b>Esguimiento</b> (mucho-poco-nada)	23,0%	0,440**	-
	<b>Firmeza</b> (excesivo-correcto-ligero)	21,4%	-0,219**	0,311*
	<b>Balanceo</b> (mucho-poco-nada)	28,6%	0,514**	-
<b>F2. Calor-dolor</b>	<b>Calor</b> (intenso-ligero-nada)	24,2%	-	-
	<b>Dolor</b> (intenso-ligero-nada)	45,2%	-	-
<b>F3. Encajonamiento</b>	<b>Encajonamiento F</b> (mucho-poco-nada)	17,1%	0,346**	-
	<b>Encajonamiento I</b> (mucho-poco-nada)	13,5%	0,239**	-
<b>F4. Colapso</b>	<b>Amortiguamiento</b> (mucho-poco-nada)	65,9%	-0,324**	0,227*
	<b>Hundimiento</b> (mucho-poco-nada)	13,2%	0,332**	0,191*
<b>F5. Tamaño-estética</b>	<b>Acoplamiento</b> (encaixat-correcte-lleuger)	21,9%	-	-
	<b>Estética</b> (mala-normal-buena)	87,9%	0,331**	-
	<b>Grueso</b> (excesivo-correcto-ligero)	41,0%	0,173*	-
<b>F6. Fred-pes</b>	<b>Frío</b> (intenso-ligero-nada)	15,7%	-	-
	<b>Peso</b> (pesado-normal-ligero)	23,3%	-	-

La tabla 4.41 muestra los valores de las correlaciones entre las variables de calidad, agrupadas por factores, y los factores de bondad y de evolución. El factor de bondad correlaciona con más variables subjetivas que el factor de evolución, que sólo lo hace respecto a tres variables (firmeza, amortiguamiento y hundimiento). El valor de las correlaciones representadas en la tabla 4.41 varía en función de la tipología del cojín. Esta variación es lo que trata de representar la tabla 4.42. Así vemos que la sensación de balanceo correlaciona con la valoración de bondad de casi todas las tipologías de cojines, por separado, mientras que la firmeza sólo lo hace con los cojines de espuma látex.

**Tabla 4.42. Valor de las correlaciones de las variables de calidad agrupadas por factores, respecto a los factores de bondad según la tipología del cojín**

Factores y variables		Total	AG	EG	EF	A	B	EL	F
F1	Escurrimiento	<b>0,44**</b>	<b>0,42**</b>	0,25	0,17	<b>0,57**</b>	<b>0,88*</b>	<b>0,39*</b>	0,39
	Firmeza	<b>-0,22**</b>	0,07	-0,12	0,21	-0,14	-0,46	<b>-0,46**</b>	-0,79
	Balanceo	<b>0,51**</b>	0,13	<b>0,65**</b>	0,43	<b>0,56**</b>	<b>0,95**</b>	<b>0,65**</b>	<b>0,93**</b>
F2	Calor	0,03	-0,05	0,06	-	0,12	-0,44	-0,04	-
	Dolor	<b>0,23**</b>	0,14	<b>0,50**</b>	-0,12	0,20	-0,06	0,20	0,78
F3	Encajonamiento F	<b>0,35**</b>	<b>0,42**</b>	0,24	0,39	0,26	0,11	0,38	-
	Encajonamiento I	<b>0,24**</b>	-	-	0,43	0,09	-	<b>0,33*</b>	0,40
F4	Amortiguamiento	<b>-0,32**</b>	-0,31	<b>-0,77**</b>	-0,45	<b>-0,37**</b>	0,12	-0,10	0,76
	Hundimiento	<b>0,33**</b>	0,31	0,07	0,13	<b>0,51**</b>	0,37	0,25	<b>0,93**</b>
F5	Acoplamiento	-0,03	-0,12	0,32	-0,07	0,11	-	0,05	-0,54
	Estética	<b>0,33**</b>	0,31	-0,15	0,27	0,21	0,60	<b>0,61**</b>	0,50
	Grueso	<b>0,17**</b>	-0,31	-0,23	-0,06	0,25	0,70	0,32	-0,24
F6	Frío	0,13	0,19	-0,01	-0,09	0,04	-	0,29	0,77
	Peso	0,02	-0,05	0,41	-0,05	<b>0,32*</b>	-	0,2	-0,07

AG. Agua-gel / EG. Espuma-gel / EF. Espuma-fluido / A. Aire / B. Borreguito / EL. Espuma-látex / F. Fibras

La variable que más correlaciona con el factor de bondad de los cojines, si consideramos tipologías separadas, es el balanceo. Mientras que la tipología de cojín con mayor número de variables interactuando con el factor de bondad se da un empate a cinco variables entre los cojines de espuma-látex y *aire*. La tabla 4.43 muestra el detalle de estas correlaciones.

Tabla 4.43. Ordenación, valor y significación de las variables de calidad con respecto al factor de bondad para las tipologías de cojín aire y espuma-látex.

Tipología	1ª Variable	2ª Variable	3ª Variable	4ª Variable	5ª Variable
<b>Aire</b>	Escurrimiento <b>0,57**</b>	Balanceo <b>0,56**</b>	Hundimiento <b>0,51**</b>	Amortiguamiento <b>-0,37**</b>	Peso <b>0,32*</b>
<b>Espuma-látex</b>	Balanceo <b>0,65**</b>	Estética <b>0,61**</b>	Firmeza <b>-0,46**</b>	Escurrimiento <b>0,39*</b>	Encajonamiento I <b>0,33*</b>

Por su parte, la tabla 4.44 muestra estas diferencias para las correlaciones con el factor de evolución.

Tabla 4.44. Valor de las correlaciones de las variables de calidad agrupadas por factores, con respecto al factor de evolución en función de la tipología del cojín

Factores y variables		Total	AG	EG	EF	A	B	EL	F
<b>F1</b>	<b>Escurrimiento</b>	-0,05	-0,04	-0,23	-0,04	-0,07	0,64	0,04	-0,74
	<b>Firmeza</b>	<b>0,31**</b>	0,36	0,15	0,08	<b>0,39**</b>	-0,05	0,28	0,73
	<b>Balanceo</b>	-0,13	0,23	-0,20	0,40	-0,21	0,70	-0,21	-0,32
<b>F2</b>	<b>Calor</b>	0,11	0,33	0,11	-	0,20	0,04	-0,13	-
	<b>Dolor</b>	0,05	0,07	-0,33	0,12	0,13	0,91*	0,09	0,17
<b>F3</b>	<b>Encajonamiento F</b>	-0,08	-0,12	-0,16	0,11	-0,18	0,31	-0,19	-
	<b>Encajonamiento I</b>	0,01	-	-	0,04	-0,02	-	0,13	-0,74
<b>F4</b>	<b>Amortiguamiento</b>	<b>0,23**</b>	0,16	0,09	-0,21	<b>0,40**</b>	0,70	0,24	0,04
	<b>Hundimiento</b>	<b>-0,19*</b>	0,10	-0,33	-0,17	-0,23	-0,34	-0,18	-0,32
<b>F5</b>	<b>Acoplamiento</b>	0,01	0,14	0,29	-0,15	-0,21	-	0,23	0,37
	<b>Estética</b>	-0,15	-0,07	<b>-0,56*</b>	0,20	-0,03	0,44	<b>-0,33*</b>	0,48
	<b>Grueso</b>	-0,04	-0,05	0,09	0,27	-0,16	<b>0,96**</b>	-0,13	-0,50
<b>F6</b>	<b>Frío</b>	0,12	0,15	-0,09	-0,19	<b>0,30*</b>	-	0,03	-0,51
	<b>Peso</b>	0,01	-0,35	-0,25	-0,46	-0,15	-	0,22	-0,10

AG. Agua-gel / EG. Espuma-gel / EF. Espuma-fluido / A. Aire / B. Borreguito / EL. Espuma-látex / F. Fibras

Los cojines de aire son en los que más variables influyen en la pérdida de valoración. Cuando la sensación de firmeza es menor mayor es la pérdida. En el mismo sentido trabaja el amortiguamiento y el frío, a menor sensación de amortiguamiento o de frescura mayor es la pérdida de la valoración.

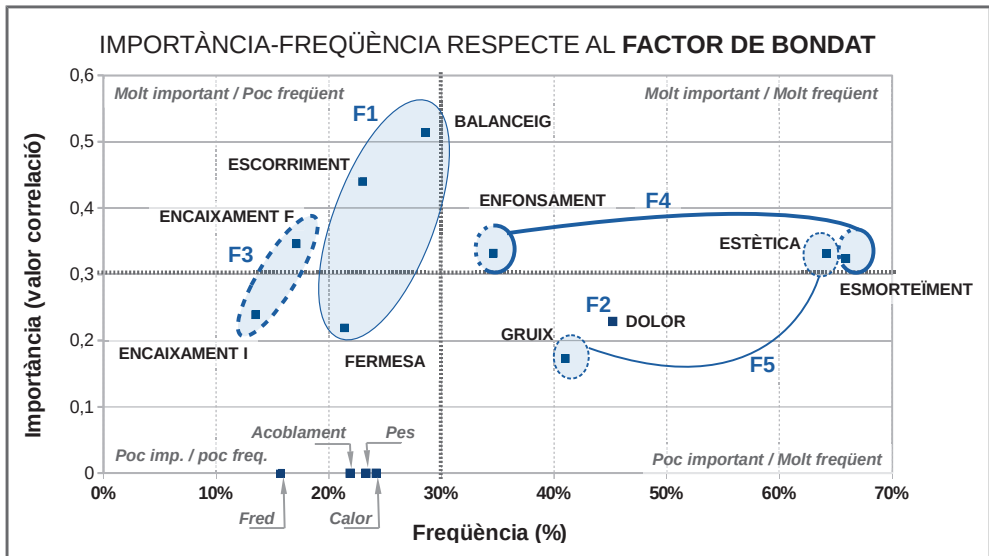


La valoración referida a la estética de los cojines nos dice que cuanto más bonito es el cojín menor es la pérdida en la evolución, la baremación de la variable estética era mala-normal-buena. La variable estética estaría afectando la valoración del factor evolución de los cojines de espuma-gel y espuma-látex, quizá vinculado a la presencia de una cuña.

La variable de sensación de hundimiento *mucha-poca-nada* cuando se consideran los cojines en su conjunto sí que da valores significativos. Así, sensaciones elevadas de hundimiento comportarían valores mayores de pérdida en el factor de evolución.

Análisis de importancia-frecuencia para el factor de bondad

Figura 4.34. Diagrama de importancia-frecuencia de las variables de calidad con respecto al factor de bondad del cojín e identificación de los factores principales



F1. Estabilidad / F3. Encajonamiento / F4. Colapso / F5. Tamaño-estética

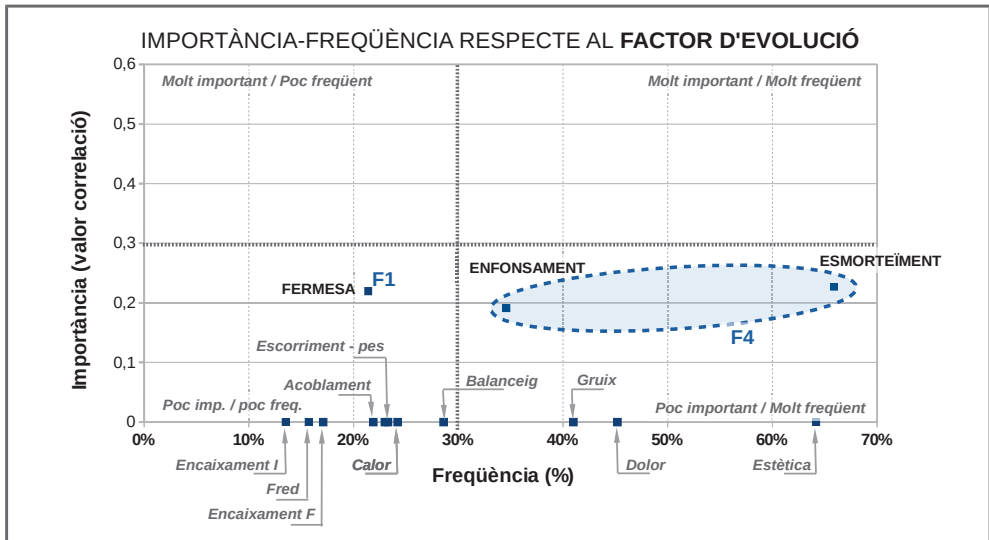
La figura 4.34 representa un diagrama de importancia-frecuencia de las variables de calidad con respecto al factor de bondad. Si lo analizamos por cuadrantes, en el *muy importante / muy frecuente* tenemos las dos variables del factor colapso, el hundimiento y el amortiguamiento. En el caso del hundimiento pesaría el hecho de que se hundiera demasiado el cojín, cosa que afectaría de forma negativa a la valoración del cojín. En el caso del amortiguamiento, la falta de sensación de amortiguamiento en el momento de hacer las transferencias sería el aspecto que reduciría la valoración de la bondad del co-

jín. En este mismo cuadrante se encuentra la variable estética, juntamente la de amortiguamiento, las más frecuentes. Si bien el factor F5 de tamaño-estética no correlaciona directamente con el factor de bondad, sí que lo hacen las variables de percepción estética y del grueso del cojín. Esta última variable con menor importancia que la estética se encuentra ubicada en el cuadrante poco importante / muy frecuente.

En el cuadrante muy importante / poco frecuente tenemos el factor F1 de estabilidad con las variables de escurrimiento y balanceo. Acompaña estas variables la percepción de firmeza en un nivel inferior de importancia, dentro del cuadrante poco importante / poco frecuente. La sensación de balanceo, escurrimiento o baja firmeza del cojín contribuyen a bajar la valoración de bondad del cojín. El último factor que tiene representación de variables en los cuadrantes muy importantes es el de encajonamiento. A mayor sensación de encajonamiento peor valoración de la bondad del cojín.

Análisis de importancia-frecuencia para el factor de evolución

Figura 4.35. Diagrama de importancia-frecuencia de las variables de calidad respecto al factor de evolución e identificación de los factores principales



F1. Estabilidad / F4. Colapso

Los factores identificados que afectarían la evolución del cojín son el factor F4 de colapso y el factor F1 de estabilidad, con la firmeza. Para el factor de evolución el rango de importancia medido en función de la correlación entre las variables y el factor de evolución es más bajo que para el factor de bondad de los cojines.

---

### Conclusiones análisis importancia-frecuencia

Del análisis de importancia-frecuencia destacan los factores F1 de estabilidad y F4 de colapso por ser los más importantes en la valoración de la bondad.

El factor F4 de colapso, además de ser el más frecuente, es el más importante cuando relacionamos sus variables con el factor de evolución.

La variable de firmeza, del factor F1 de estabilidad, también estaría relacionada con el factor de evolución de los cojines.

Especial atención merece también la variable estética por tener una elevada importancia y frecuencia en relación con el factor de bondad.

#### *4.3.2.6. Comentarios espontáneos de las personas en silla de ruedas*

El cuestionario ofrecía a los usuarios una última pregunta para hacer valoraciones y comentarios abiertos. La lista siguiente resume los aspectos clave:

- *F1. Estabilidad. El 12% de las quejas hacían referencia a aspectos de inestabilidad (6/51).* los cojines de aire y agua-gel eran los dominantes.
- *F2. Calor-dolor. El 5% de las quejas hacían referencia al calor (3/51).* Todas estaban referidas a cojines de espuma-látex.
- *F3. Encajonamiento. El 5% de las quejas se referían a la sensación de encajonamiento (3/51).* Dos de ellas eran del cojín C10, espuma-gel con cuña. La sensación de encajonamiento percibida por algunos usuarios, fue valorada por otros usuarios como un cojín que aportaba mucha seguridad.
- *F4. Colapso. El 8% de los comentarios se referían al colapso (4/51).* Tres comentarios al exceso de dureza y uno al hundimiento excesivo.
- *F5. Tamaño-estética. Más del 50% de los comentarios se referían a la estética (27/51).* La queja más repetida era el grueso excesivo. A algunas personas este grueso excesivo imposibilitaba la impulsión. A otros les provoca sensación de inestabilidad. Dos comentarios hacían referencia a los colores, recomendaban color más oscuro para hacer más discretos los cojines. Hubo una queja estética referida a la presencia de la cuña separadora de piernas.
- *F6. Frío-peso. Dos personas se quejaron de sensación de frío y otra de humedad.* Todas estas quejas estaban referidas en cojines de agua-gel.

#### 4.4. Análisis de las interacciones entre los diversos niveles

Este apartado se estructura en seis puntos para poder analizar las interacciones que se producen entre los niveles diferentes de evaluación tanto desde la perspectiva del microclima como desde la perspectiva de mecánica y de las presiones. La tabla 4.45 lista la totalidad de las interacciones analizadas.

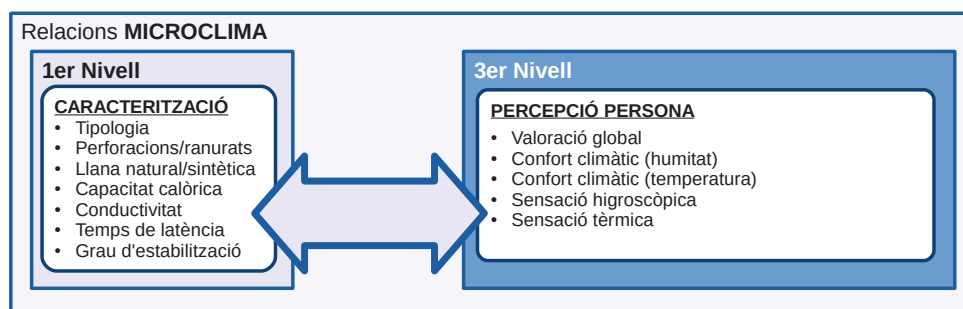
Tabla 4.45. Listado de las interacciones analizadas entre las variables de niveles diferentes

RELACIONES ANALIZADAS	MICROCLIMA	MECÁNICA Y A PRESIONES
<b>Percepciones vs Caracterización</b> (nivel 3 x nivell 1)	Punto 4.4.1.	Punto 4.4.2.
<b>Percepciones vs Interacción</b> (nivel 3 x nivel 1)	Punto 4.4.3.	Punto 4.4.4.
<b>Interacción vs Caracterización</b> (nivel 2 vs nivel 1)	Punto 4.4.5.	Punto 4.4.6.

##### 4.4.1. Análisis de la relación de las variables de nivel 3 y nivel 1 desde la perspectiva del microclima

Este punto relaciona las características de los cojines con las valoraciones subjetivas referidas a la percepción a microclima. La figura 4.36 muestra el esquema general de el análisis.

Figura 4.36. Representación del esquema general de análisis entre las variables de caracterización de los cojines y las de valoración subjetiva de la interacción cojín-persona referidas a microclima

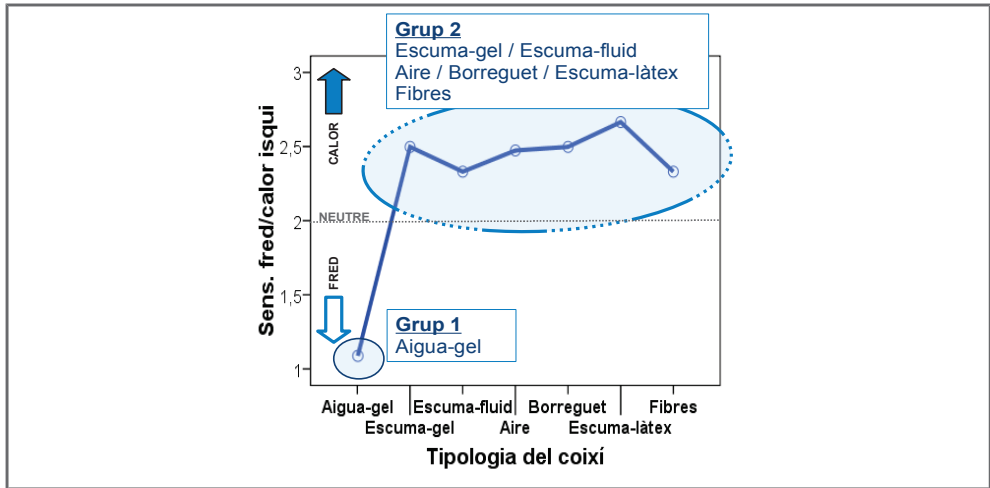


##### 4.4.1.1. Tipología del cojín

La figura 4.37 muestra las diferencias en la valoración térmica e higroscópica de los cojines en función de la tipología. En el caso de la sensación térmica en el isquion el

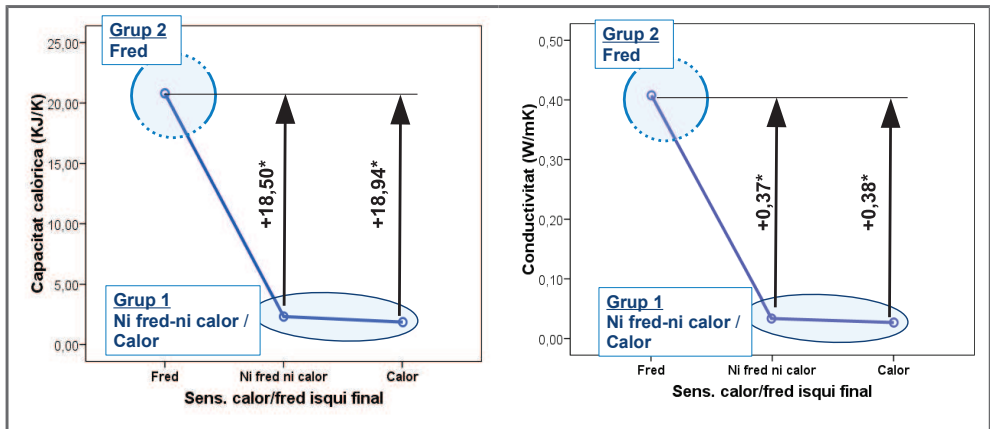
test de Scheffé identifica dos subconjuntos homogéneos, los cojines de agua-gel a que resultan frescos y el resto de cojines valorados como medianamente calientes.

Figura 4.37. Diferencias en sensación térmica en la zona isquial en función de la tipología del cojín



#### 4.4.1.2. Capacidad calorífica (y conductividad térmica)

Figura 4.38. Representación de las diferencias en sensación térmica para la zona isquial en función de la capacidad calorífica



A mayor capacidad calorífica mayor sensación de frescura en la zona isquial, el valor de esta correlación es de 0,660 con una significación <0,01. La figura 4.38 muestra los subconjuntos homogéneos según el test de Scheffé y las diferencias significati-

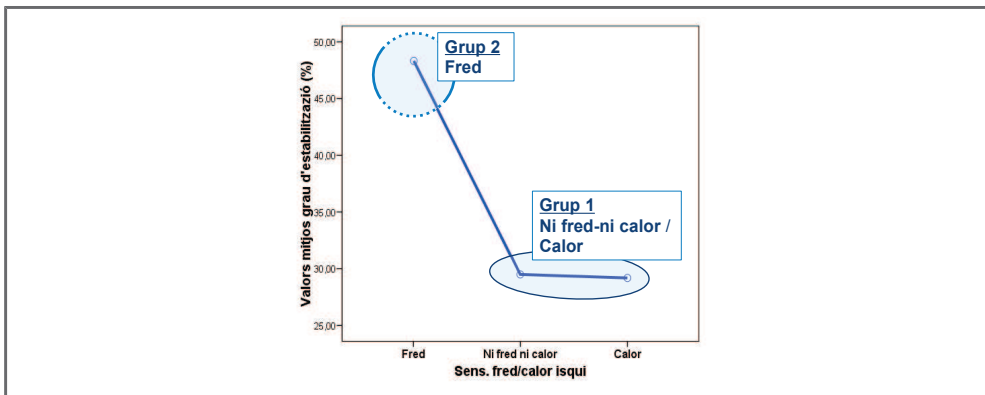
vas identificadas en la comparación de parejas según método de Bonferroni. 18,50 KJ/K es el valor mínimo de la capacidad calorífica que diferencia entre una sensación de frío y una de ni frío/ni calor.

Igualmente, **a mayor conductividad térmica mayor sensación de frescura en la zona isquial**, el valor de esta correlación es de 0,667 con una significación  $<0,01$ . La figura 4.38 muestra los subconjuntos homogéneos según el test de Scheffé y las diferencias significativas identificadas en la comparación de parejas según método de Bonferroni. 0,37 W/mK es el valor mínimo de la conductividad que diferencia entre una sensación de frío y una de ni frío/ni calor.

#### 4.4.1.3. Grado de estabilización y tiempo de latencia

No hay relación entre las variables subjetivas y el tiempo de latencia, pero sí con el grado de estabilización. Se trata de una correlación de valor 0,401 (sig. $<0,01$ ) con la sensación térmica en la zona isquial. Los cojines que dan sensación de frescura superior en la zona isquial tienen valores de estabilización mayores. Las diferencias en cuanto al grado de estabilización en función de la valoración de la sensación térmica son significativas (sig.  $<0,05$ ). El test de Scheffé identifica dos subconjuntos homogéneos, los que dan sensación de frío y la resto. La distancia entre estos dos subconjuntos está alrededor de los 19 puntos porcentuales. La figura 4.39 representa esta agrupación.

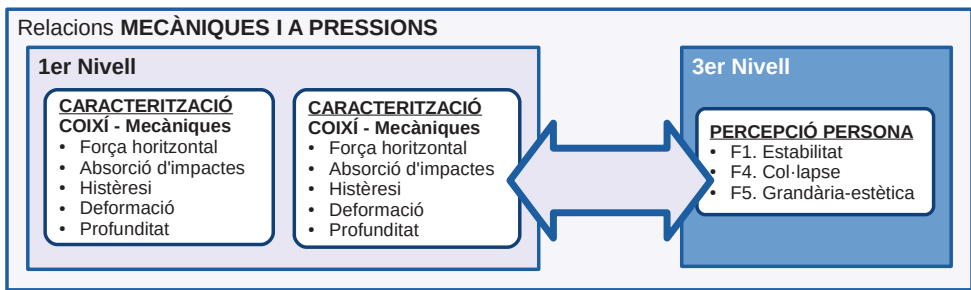
Figura 4.39. Representación de los diferentes valores de grado de estabilización en función de la valoración de la sensación térmica en la zona isquial



#### 4.4.2. Análisis de la relación de las variables de nivel 3 y nivel 1 (mecánica y a presiones)

El análisis de importancia-frecuencia de los factores de calidad ha permitido identificar como más relevantes los siguientes: F1. Estabilidad, F4. Colapso y F5. Tamaño-estética. Para estos factores analizamos las relaciones existentes con las variables del primer nivel, como la figura 4.40 representa.

Figura 4.40. Representación del esquema general de análisis entre las variables de caracterización mecánica y a presiones de los cojines y las percepciones de los usuarios derivadas de la interacción cojín-persona



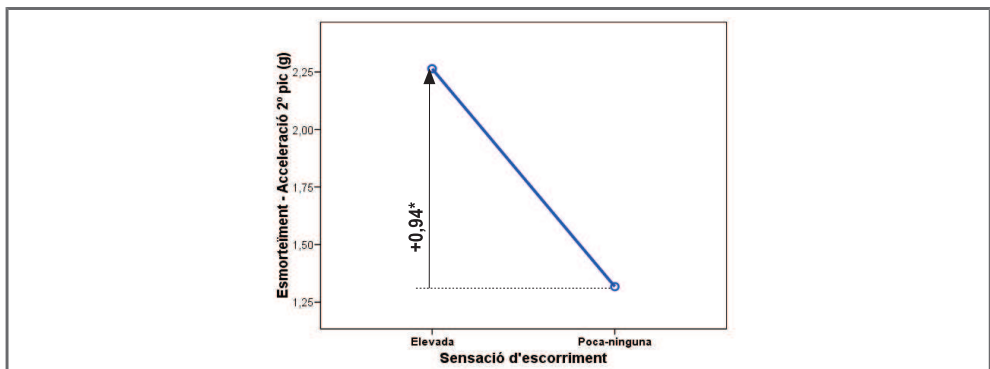
##### 4.4.2.1. Factor de estabilidad y variables (escurrimiento, firmeza y balanceo)

###### Factor de estabilidad

El **factor de estabilidad** (F1) no correlaciona con ningún factor ni variable del primer nivel.

###### Sensación de escurrimiento

Figura 4.41. Media del segundo pico de aceleración en función de la sensación de escurrimiento

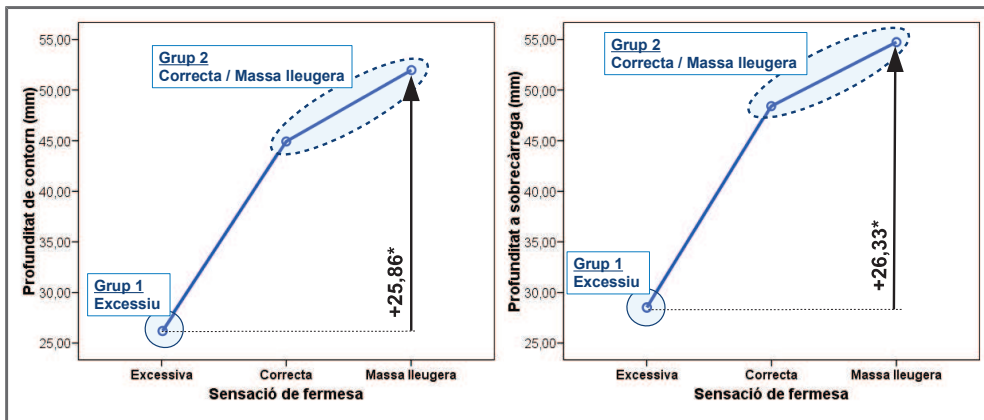


Para la variable de escurrimiento los cojines que tienen un amortiguamiento menor, aquellos con un valor del segundo pico de aceleración más grande, son los que registran mayor sensación de escurrimiento. La diferencia (sig. <0,05) del valor de aceleración del segundo pico, entre las valoraciones de sensación elevada de escurrimiento y poca o nada de sensación de escurrimiento, es de 0,94g. La figura 4.41 representa esta diferencia.

Sensación de firmeza

El valor de la variable de **firmeza** depende de la tipología del cojín y de la profundidad de contorno y sobrecarga.

Figura 4.42. Valores de profundidad de contorno y sobrecarga en función de la sensación de firmeza



EL ANOVA de la profundidad de contorno y sobrecarga, en función de la sensación de firmeza, identifica dos grupos y separa las valoraciones de firmeza excesiva del resto (normal / demasiado ligera). Además, al hacer el test de Bonferoni da una diferencia de 26 mm, en la profundidad de contorno y a sobrecarga, entre las valoraciones de firmeza excesiva y demasiado ligera tal como representa la figura 4.42.

Si consideramos la tipología de los cojines, los de borreguito son los menos firmes. Para los cojines de agua-gel, espuma-gel y espuma-fluido las diferencias son significativas con un valor de significación <0,01. Para los cojines de aire, espuma-látex y fibras, la significación es <0,05. Los valores absolutos de gama para todos los cojines estaban comprendidos entre 0,818, para el cojín de fibras, y 0,979 para el cojín de espuma-fluido. El cojín de borreguito, además de ser el más grueso, tenía una forma bombada, que también podría estar afectando la sensación de firmeza.



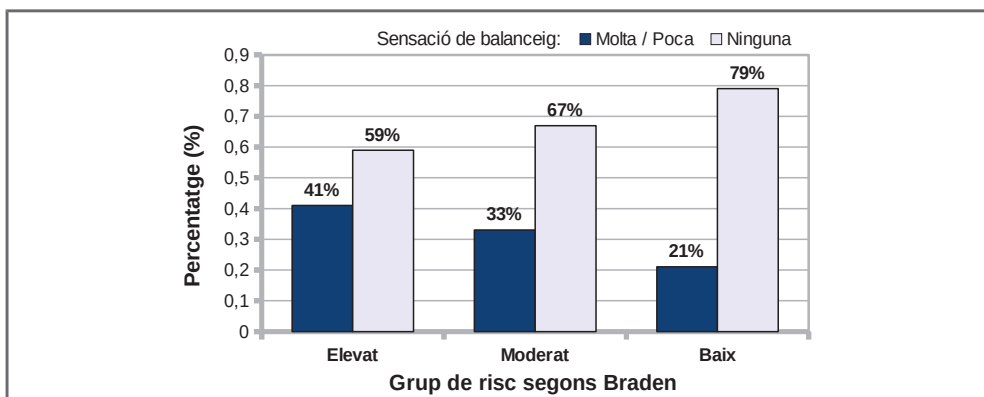
### Sensación de balanceo

El valor de la variable de **balanceo** depende de la tipología del cojín y de la valoración de Braden de los usuarios. Desde el punto de vista de las tipologías, después de realizar un análisis descriptivo, mediante tablas de contingencia por parejas de tipologías versus sensación de balanceo, se determinó que los cojines de espuma-fluido resultaron los más estables, con valores gama y significación siguientes:

- aire (gama 0.621, sig. < 0,05)
- agua-gel (gama 0,600, sig. <0,05)
- espuma-látex (gama 0,582, sig. <0,05)

Por otro lado, con valores más elevados de riesgo en la escala de Braden-Bergston aumenta la sensación de balanceo. En este caso el valor de gama, 0,321 (sig. <0,05), se obtuvo comparando la valoración de la sensación de balanceo en función del grupo de riesgo (elevado-moderado-bajo) de los usuarios de sillas de ruedas. La figura 4.43 muestra como el porcentaje de la valoración de sensación de balanceo disminuye a medida que se reduce el riesgo de desarrollar úlceras. La escala de Braden no valora directamente la sensación de balanceo, pero este resultado, indica claramente que a mayor riesgo de ulceración la sensación de balanceo es mayor. Hecho este que estaría relacionado con tres de las variables, del total de seis, que evalúa esta escala: la pérdida de percepción sensorial, la minoración de la actividad y la limitación de la movilidad.

Figura 4.43. Sensación de balanceo en función del grupo de riesgo según escala Braden-Bergston



Para el **factor de estabilidad y las variables de escurrimiento, firmeza y balanceo**:

-No hemos identificado ninguna correlación entre el factor de estabilidad y los factores y variables del primer nivel.

-El **escurrimiento** viene condicionado por el valor de la aceleración en el ensayo de impactos, a mayor aceleración mayor sensación de escurrimiento.

-La **sensación de firmeza** depende de la tipología del cojín y de la profundidad de contorno y a sobrecarga. La tipología de borreguito presenta la valoración de firmeza más baja. Entre las valoraciones de firmeza extremas, excesiva/demasiado ligera, hay una separación de 26 mm para la profundidad de contorno y fondo. Estos datos son coherentes con el hecho de que El cojín de borreguito tiene los valores más elevados de profundidades.

- La **sensación de balanceo** depende de las características de la persona y de la tipología del cojín. Personas con riesgo de desarrollar úlceras mayor, generalmente con menor control de tronco o lesiones medulares más altas, experimentan más sensación de balanceo. Los cojines de espuma-fluido presentan la valoración de balanceo más baja.

#### 4.4.2.2. *Factor de colapso y variables (amortiguamiento y hundimiento)*

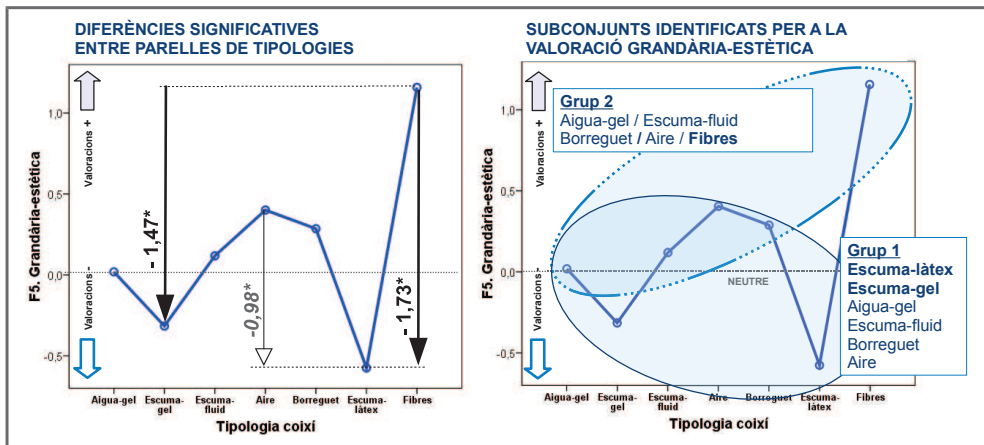
El **factor colapso (F4)** correlaciona con las variables de primer nivel referidas al tiempo de recuperación, con un valor de -0,214 (sig. <0,01) para la recuperación pasados 10 segundos y un valor de -0,210 (sig. <0,05) para la recuperación pasados 20 minutos. Por tanto, cuanto mayor y más rápida es la recuperación del cojín, menor es la sensación de colapso experimentada por los usuarios. Las variables de amortiguamiento y hundimiento no correlacionan con ninguna otra de las variables del nivel primero.

#### 4.4.2.3. *Factor de tamaño-estética y variables (estética y grueso)*

##### *Factor de tamaño-estética*

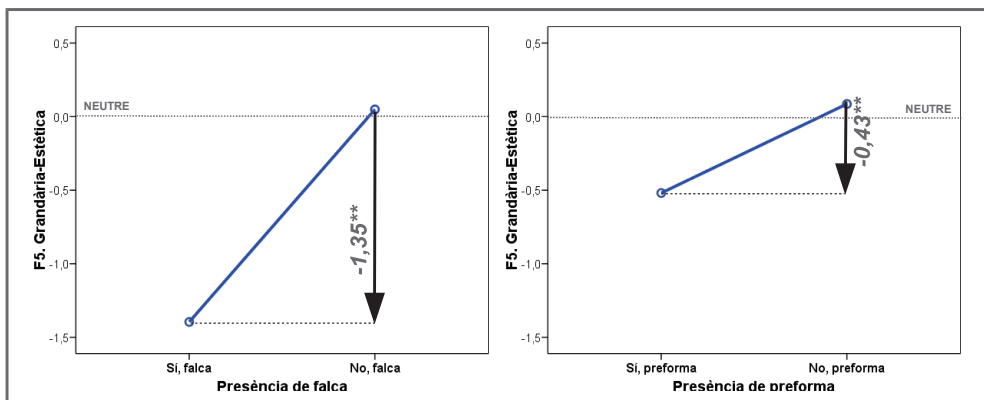
El **factor de tamaño-estética (F5)** depende de la tipología de los cojines, del grueso del cojín, de la presencia de cuña y la presencia de preforma. La figura 4.44 muestra la agrupación por tipologías resultantes de la aplicación del método de Scheffé de identificación de subconjuntos homogéneos, así como las diferencias entre parejas de familias de cojines que resultan de aplicar el método de Bonferroni.

Figura 4.44. Diferencias significativas entre tipologías e identificación de subconjuntos



La valoración del factor tamaño-estética empeora al aumentar el grueso del cojín, con una correlación de valor -0,213 y significación <0,01. los cojines que presentan cuñas o preformas tienen valores de tamaño-estética negativos. La figura 4.45 muestra este comportamiento y también como el efecto de la cuña en la valoración tamaño-estética es peor que el de presencia de preformas.

Figura 4.45. Efecto de la cuña (izquierda) y de la preforma (derecha) en la valoración estética



Los cojines de espuma-làtex y los de espuma-gel son los peor valorados desde la perspectiva estética. Eso podría ser por el hecho de que los usuarios consideran las espumas elementos demasiado básicos y poco estéticos. El cojín mejor valorado es el cojín de fibras, un cojín de formas muy sencillas con un color azul neutro. Se vería como un cojín ligero, agradable a la vista y sencillo. En el medio encontramos un grupo de

cojines heterogéneos, aparentemente más tecnológicos, exceptuando el de borreguito que también se encuentra en este grupo.

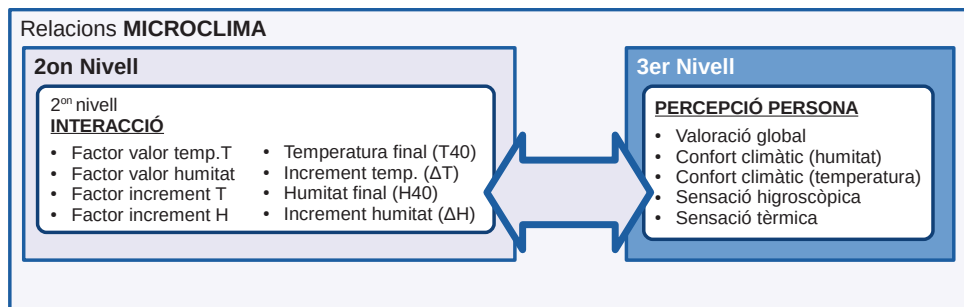
Los cojines peor valorados estéticamente son los de espuma-látex y espuma-gel. Llama la atención que el cojín mejor valorado sea el de fibras, un cojín ligero con cubierta de tela y color azul marengo, la mayoría eran negros o de colores muy oscuros.

Dentro de los cojines de espuma látex el C10 es el peor valorado, la cuña de separación de las piernas y la preforma contribuirían a hacer el cojín más «aparatoso».

#### 4.4.3. *Análisis de la relación de las variables de nivel 3 y nivel 2 desde la perspectiva del microclima*

Este punto compara los valores de interacción cojín-persona con las valoraciones subjetivas consecuencia de esta interacción desde la perspectiva del microclima. La figura 4.46 muestra el esquema general del análisis.

Figura 4.46. Representación del esquema general de análisis entre las variables de caracterización de los cojines y las de valoración subjetiva de la interacción cojín-persona a microclima



##### 4.4.3.1. *Temperatura final (T40) e incremento de temperatura ( $\Delta T$ ) versus sensació tèrmica, confort climàtic y valoración global*

###### *Sensació tèrmica*

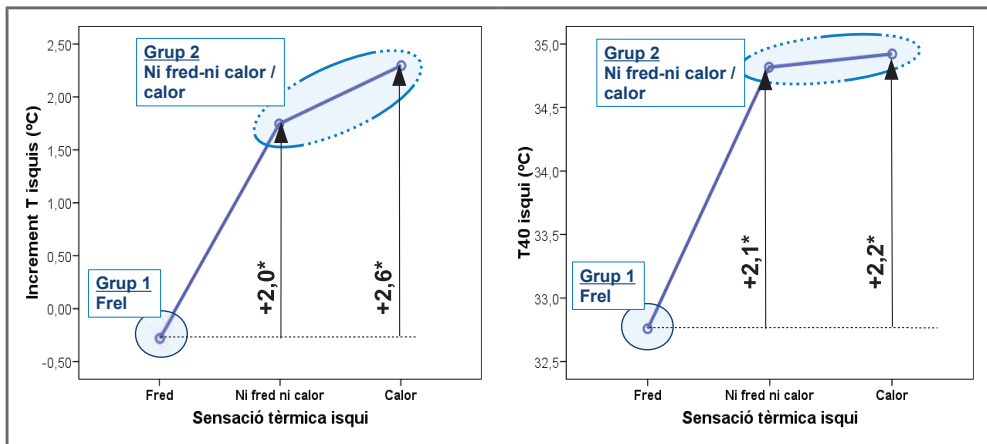
La tabla 4.46 muestra la relación del confort térmico para la zona isquial con las variables de temperatura (T40 y  $\Delta T$ ). La sensación de calor en la zona isquial es mayor tanto a temperaturas más elevadas como valores de incremento de temperatura superiores. El valor de estas correlaciones es de 0,609 para los incrementos de temperatura y 0,440 para la temperatura final.

Tabla 4.46. Correlación de la sensación térmica en el isquion con las variables T40 y  $\Delta T$

Sensación térmica isquion (1. Frío, 2. Ni frío / ni calor, 3. Calor)	VARIABLES DE TEMPERATURA	
	$\Delta T$	T40
	↑↑	↑
	0,609**	0,440**

La figura 4.47 muestra el resultado de comparar los valores de las variables de temperatura ( $\Delta T$  y T40) si consideramos la sensación térmica. El análisis de Scheffé separa por una parte el conjunto de valores que dan sensación de frío, de los que dan una sensación neutra (ni frío ni calor) o calor. El test de Bonferroni, de comparación por parejas de valores, cuantifica esta diferencia para  $\Delta T$  y T40 en un mínimo de 2°C y un máximo de 2,6°C, la figura 4.47 representa estos valores.

Figura 4.47. Relación de la T40 y  $\Delta T$  con las variables de sensación térmica final al área isquial



Confort climático y valoración global

La tabla 4.47 muestra las correlaciones entre las variables de incremento y valor final de temperatura con el confort térmico y la valoración global. La valoración global del cojín empeora con valores de temperatura más elevados. El confort térmico por contra, se ve más afectado por los incrementos de temperatura.

Tabla 4.47. Representación de las correlaciones entre las variables de confort térmico y valoración global, respecto a la temperatura final y el incremento de temperatura

	VARIABLES DE TEMPERATURA	
	T40	$\Delta T$
<b>Confort climático (temperatura)</b> (1. Incómoda, 2. Normal, 3. Cómoda)	✖	↓
	-	-0,242*
<b>Valoración global</b>	↓	✖
	-0,343*	-

#### 4.4.3.2. Humedad final (H40) e incremento de la humedad ( $\Delta H$ ) versus sensación higroscópica, confort climático

La tabla 4.48 muestra la relación de las variables de humedad con la de sensación higroscópica (seco/húmedo) y confort climático. Para la zona isquial H40 tiene un valor superior de correlación y mayor significación que  $\Delta H$ , 0,368 (sig. <0,01) respecto a 0,287 (sig. <0,05).

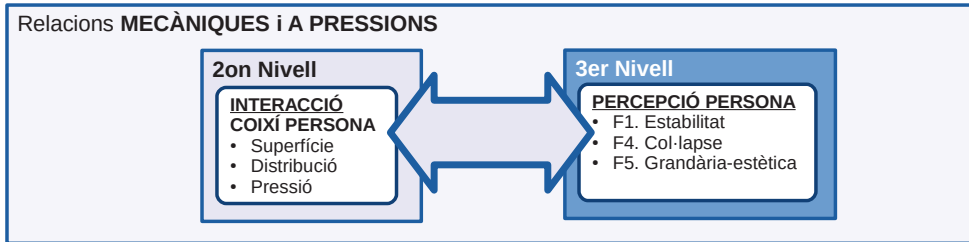
Tabla 4.48. Representación de las correlaciones entre las variables de confort térmico y valoración global, respecto a la temperatura final y el incremento de temperatura

	VARIABLES DE HUMEDAD	
	H40	$\Delta H$
<b>Sensación higroscópica</b> (1. Seca, 2. Ni seca / ni húmeda, 3. Húmeda)	↑	↑
	0,368**	0,287*
<b>Confort climático (humedad)</b> (1. Incómoda, 2. Normal, 3. Cómoda)	↓	✖
	-0,253**	-

#### 4.4.4. Análisis de la relación de las variables de nivel 3 y nivel 2 desde la perspectiva mecánica y a presiones

La figura 4.48 recoge el esquema general de el análisis entre las variables subjetivas y los resultados de la interacción desde la perspectiva mecánica y a presiones.

Figura 4.48. Representación del esquema general de análisis entre las variables de interacción mecánica y a presiones de los cojines y las percepciones de los usuarios derivadas de esta interacción



Entre las valoraciones subjetivas de nivel 3 y las variables de interacción cojín-persona relativas a presiones, una vez controlado el efecto del usuario, hemos encontrado correlaciones entre las variables de hundimiento y amortiguamiento con la superficie e índice de distribución. El valor de estas relaciones permitiría establecer las afirmaciones siguientes:

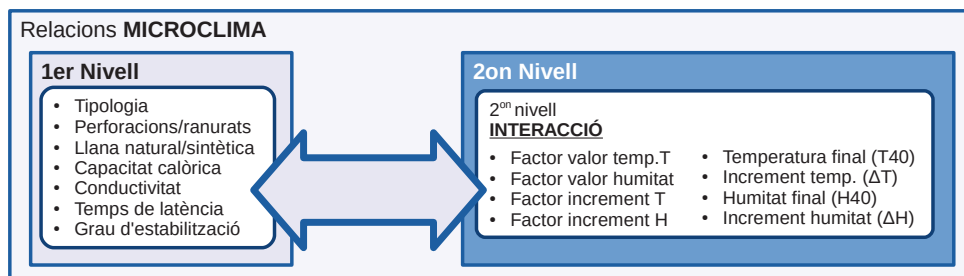
- Superficies mayores de contacto aportan mayor sensación de amortiguamiento (0,148\*)
- Superficies mayores de contacto aportan menor sensación de hundimiento (0,210\*\*)
- A mayor índice de distribución menor sensación de amortiguamiento (0,226\*\*)
- A mayor índice de distribución mayor sensación de hundimiento (0,162\*)

Aunque los valores de las correlaciones no son especialmente grandes, sí que son importantes para que confirmen el comportamiento contrapuesto del amortiguamiento respecto al hundimiento.

#### 4.4.5. Análisis de la relación de las variables de nivel 2 y nivel 1 desde la perspectiva de microclima

Este punto compara las características de los cojines con los valores medidos de las variables de interacción cojín-persona relativas al microclima. La figura 4.49 muestra el esquema general de el análisis.

Figura 4.49. Representación del esquema general de análisis entre las variables de caracterización de los cojines y las de interacción cojín-persona relativas al microclima



El análisis de las relaciones entre los factores de microclima y las variables de caracterización de los cojines se realizó, pero no aporta ningún valor añadido al análisis de relaciones entre las variables de caracterización de los cojines de primer nivel y las variables de evaluación de la interacción cojín-persona a microclima seleccionadas, por eso no se reproducen en este documento.

##### 4.4.5.1. Tipología de los cojines versus variables de temperatura ( $\Delta T$ y T40)

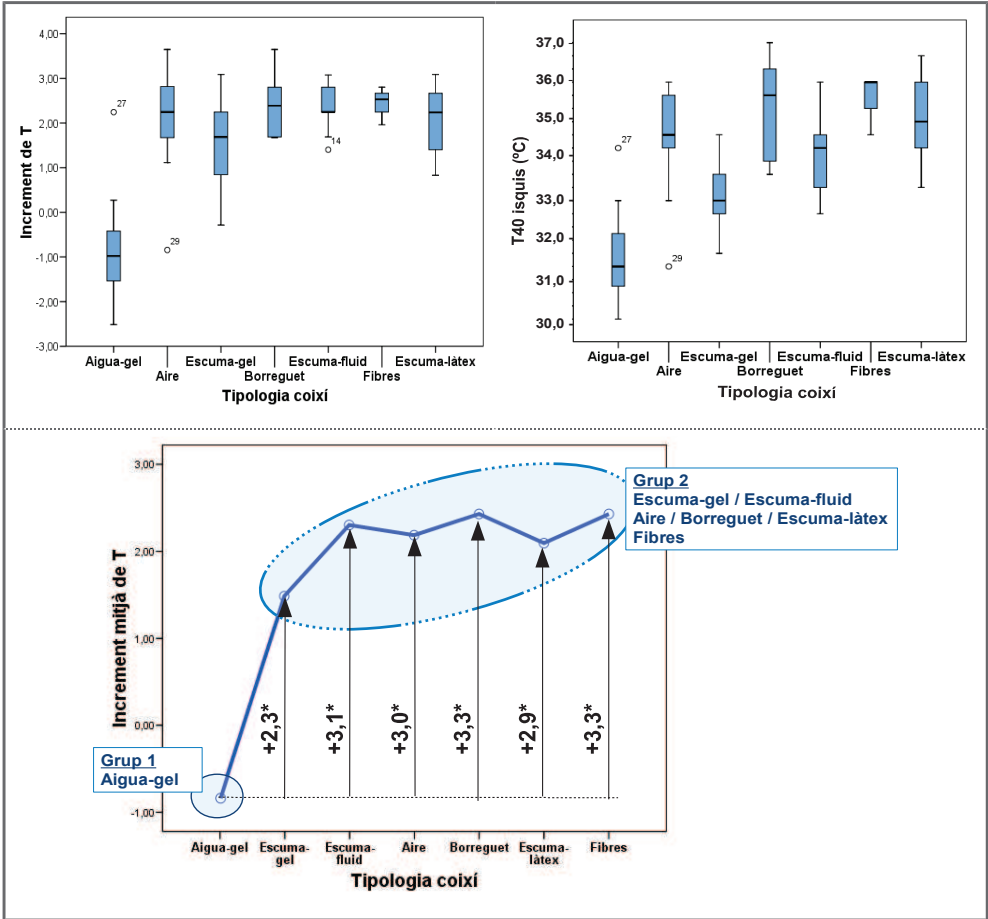
La figura 4.50 representa, en la parte superior, el comportamiento de las diferentes tipologías de cojines respecto a las variables de incremento ( $\Delta T$ ) y de valor final (T40) de la temperatura en la zona isquial. Para el incremento de temperatura los cojines de agua-gel toman los valores más bajos. Para la variable de temperaturas finales la tipología de agua-gel vuelve a ocupar los valores más bajos, seguido de los cojines de espuma gel. Entre las otras tipologías de cojines la superposición de valores es muy grande.

Al hacer una ANOVA, si se toma la tipología de cojín como factor, se constatan diferencias significativas entre los distintos cojines tanto para el incremento como para la temperatura final (sig. <0.01). La figura 4.50 muestra, los dos subconjuntos homogéneos identificados (Scheffè) que separan los cojines entre los que reducen la temperatura (agua-gel) y el resto de cojines. En el mismo gráfico se han representado las diferen-



cias en el incremento de la temperatura de todas las tipologías con respecto a la tipología agua-gel.

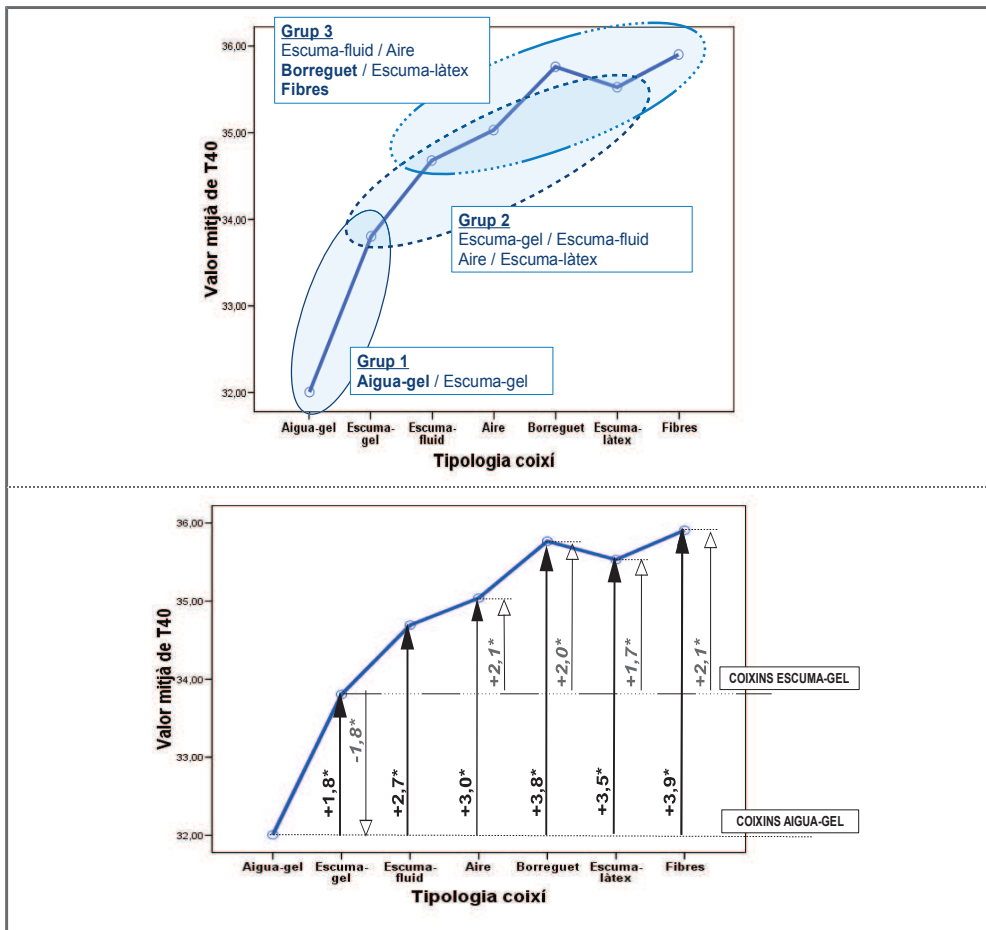
Figura 4.50. Representación de los valores de temperatura (T40 y  $\Delta T$ ) según la tipología de cojín, gráficas parte superior, y subconjuntos homogéneos (Scheffé) y diferencias (Bonferroni) en los incrementos medios de temperatura ( $\Delta T$ ) de las distintas tipologías de cojines respecto los cojines de agua-gel, parte inferior



La figura 4.51 muestra para la temperatura final (T40) tres subconjuntos identificados (Scheffé) con un grado de superposición muy elevado. Las tipologías que aparecen clasificadas sólo en un subconjunto son los cojines de agua-gel, en el grupo de cojines más fríos, y los cojines de borreguito y fibras, en el grupo de los cojines más calientes.

Por su parte, la figura 4.51, en la parte inferior, representa la diferencia en la temperatura final (T40) de las distintas tipologías respecto a los cojines de agua-gel y los cojines de espuma-gel. Para la determinación de las diferencias se ha utilizado el test de Bonferroni que tiene mayor sensibilidad que el de Scheffé, significación <0,05. Por tanto, podemos concluir que para el incremento de temperaturas ( $\Delta T$ ) sólo los cojines de agua-gel consiguen reducir la temperatura. Las otras tipologías aumentan la temperatura con respecto a los cojines agua-gel entre 2,3°C y 3,3°C. Respetto los cojines de agua-gel los que más aumentan la temperatura son los de fibras y borreguet, y los que menos los de espuma-gel.

Figura 4.51. Representación de los grupos homogéneos (Scheffé) de las temperaturas medias finales (T40), parte superior, y diferencias significativas (Bonferroni) entre tipologías de cojines, parte inferior

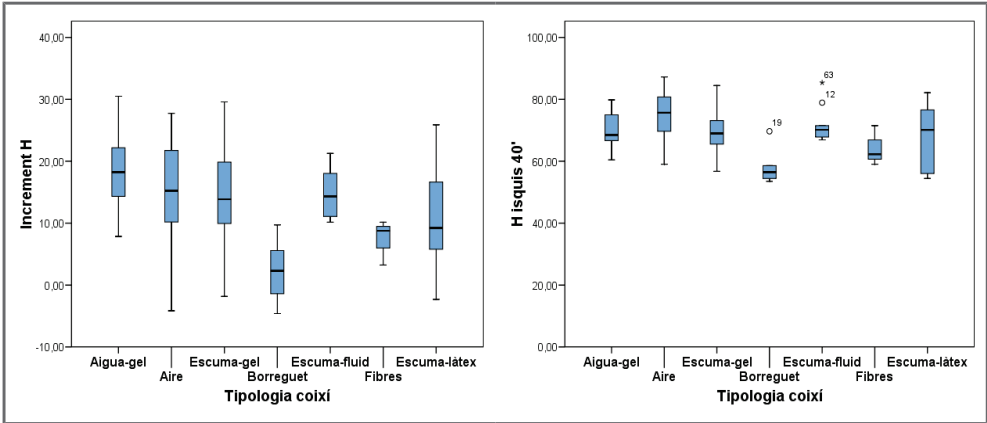


Igualmente podemos decir que los cojines de agua-gel dan la temperatura final (T40) menor. Las otras tipologías superan esta temperatura entre 1,8 °C y 3,9 °C. También se dieron diferencias significativas, entre los valores de los cojines espuma-gel y la resto de los cojines, excepto los de espuma-fluido. Los cojines de borreguito, espuma-látex y fibras superaran entre 1,7 °C y 2,1 °C la temperatura de los cojines de espuma-látex.

4.4.5.2. Tipología de los cojines versus variables de humedad ( $\Delta H$  y H40)

La figura 4.52 representa el comportamiento de las diferentes tipologías de cojines respecto a las variables de incremento de la humedad ( $\Delta H$ ) y de valor final de la humedad (H40) para la zona isquial. Para los dos casos, la tipología de borreguito es la que toma los valores más bajos. Para identificar las diferencias significativas se ha realizado un análisis ANOVA, dando diferencias significativas entre grupos (sig. <0.01) tanto para el incremento de la humedad como para la humedad final.

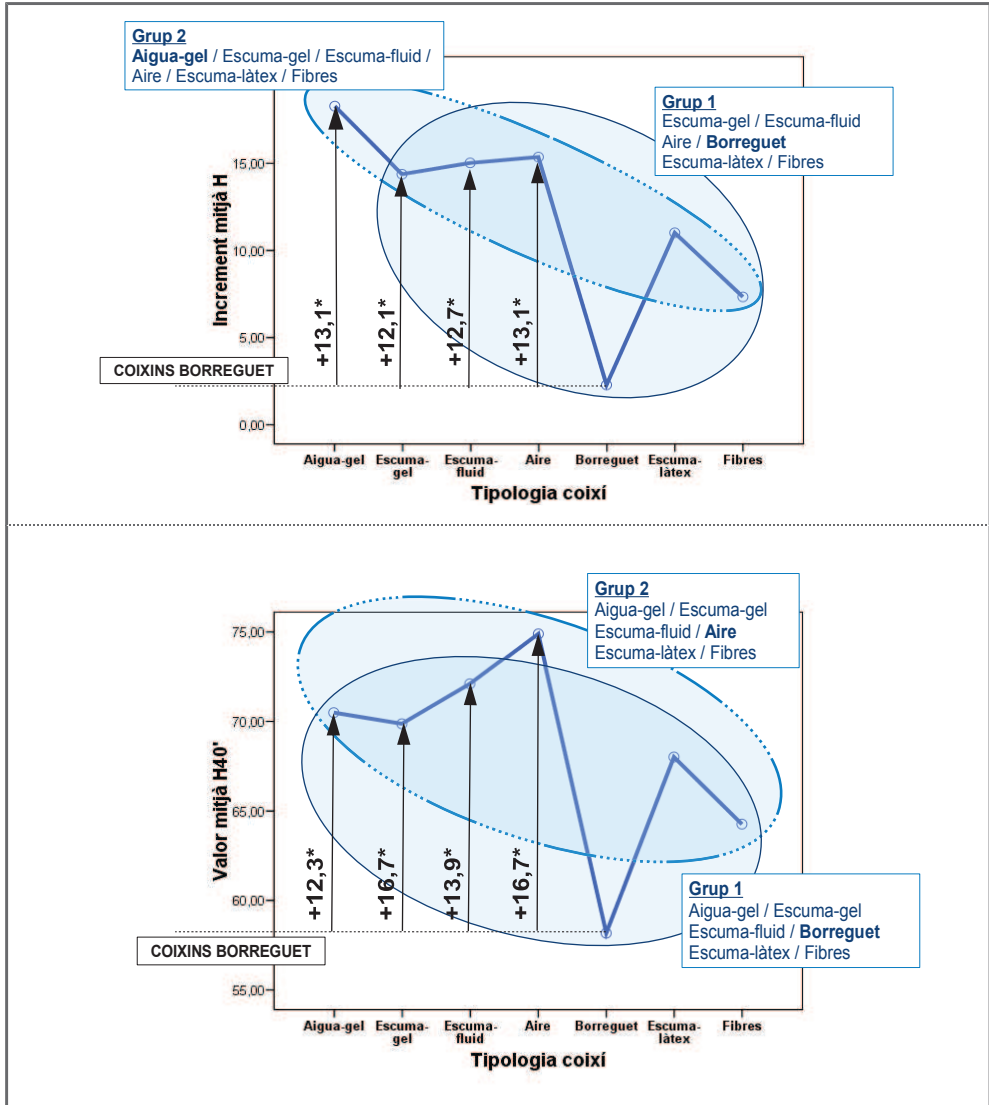
Figura 4.52. Representación de los valores de humedad (H40 y  $\Delta H$ ), según la tipología de cojín



La figura 4.53 muestra, en la parte superior, los subconjuntos homogéneos identificados (Scheffé) y las diferencias significativas (Bonferroni) respecto a los cojines de borreguito para la variable de incremento de humedad. Igualmente, la parte inferior, recoge la misma información pero respecto la humedad final (H40). Tanto para la variable de incremento de humedad como para la variable de valor de humedad hay un alto grado de superposición en las tipologías. En ambos casos el borreguito es lo que da valores más bajos. Las tipologías que dan los valores más altos son diferentes para la variable de incremento de humedad y de valor de humedad. En el primer caso, son los coji-

nes de agua-gel los que experimentan valores superiores de incremento de humedad; para el caso de los valores finales de humedad son los cojines de aire los que registran valores máximos de humedad.

Figura 4.53. Representación de los subconjuntos homogéneos (Scheffé) y de los valores significativos de las diferencias (Bonferroni) en los incrementos medios de humedad ( $\Delta H$ ), parte superior, y de los valores de humedad media final (H40), parte inferior, para las distintas tipologías de cojines respecto los cojines de borregueto



---

#### 4.4.5.3. *Agujeros y ranuras versus variables de humedad y temperatura*

Algunos cojines de espuma-látex tenían agujeros y ranurados, en teoría para favorecer la circulación del aire y disminuir la humedad y temperatura. En el estudio había cuatro cojines de espuma-látex (C17-C18-C20-C25), uno de ellos tenía ranuras en forma de cuadros y círculos (C17) y otro tenía agujeros pasantes de un centímetro de diámetro (C20). El análisis de comparación de medias para las variables de humedad y temperatura no identificó diferencias en función de la presencia o no de agujeros y ranurados. Algunos aspectos que lo justificarían serían los siguientes:

- No se ha considerado el efecto de las fundas, que podría ser especialmente importante para el caso de la humedad.
- Las ranuras y agujeros de la espuma desaparecen como consecuencia de la presión del usuario, y consecuentemente su potencial efecto positivo.

#### 4.4.5.4. *Lana sintética/natural vs. variables de humedad y temperatura*

En la tipología de cojines de borreguito había uno de sintético (C11) y otro lana natural (C19). La comparación de las cuatro variables de humedad y temperatura no muestra diferencias significativas. Los motivos principales por la falta de diferencias podrían ser los siguientes:

- No se ha considerado el efecto de las espumas internas.
- La humedad ambiente inicial era diferente, para el cojín C11, de lana sintética, era de 53% mientras que para el cojín C19, de lana natural, era de 62%.
- Falta de potencia del experimento.

#### 4.4.5.5. *Capacidad calorífica y conductividad vs. valores de temperatura y humedad*

Los cojines con mayor capacidad calorífica y conductividad tienen valores en las variables de incremento y valor final de la temperatura ( $T_{40}$  y  $\Delta T$ ) menores, significación  $<0,01$ . La tabla 4.49 recoge el detalle de estas correlaciones. No se han identificado relaciones con las variables de humedad.

En resumen, el análisis de relaciones de la capacidad calorífica y la conductividad con las variables de incremento y valor de temperatura y humedad permite establecer las siguientes conclusiones:

- **Capacidades caloríficas y conductividades elevadas reducen los incrementos y valores de temperatura**, por lo menos en un período de 40 minutos.
- El comportamiento de **la humedad es independiente de la capacidad calorífica y conductividad de los cojines**

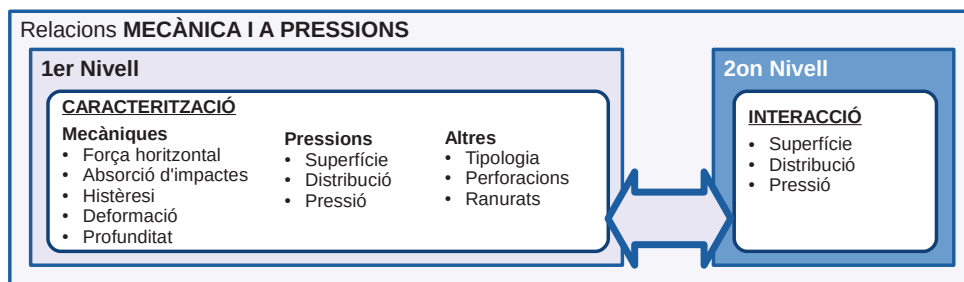
Tabla 4.49. Correlaciones entre la capacidad calorífica y la conductividad con las variables de incremento y valor de temperatura ( $\Delta T$  y T40)

	VARIABLES ORIGINALES	
	$\Delta T$	T40
<b>Capacidad calorífica</b>	↓↓↓ -0,695**	↓↓↓ -0,671**
<b>Conductividad</b>	↓↓↓ -0,697**	↓↓↓ -0,691**

#### 4.4.6. Análisis de la relación de las variables de nivel 2 y nivel 1 desde la perspectiva mecánica y a presiones

Este punto compara las características de los cojines con los valores medidos de las variables de interacción cojín-persona relativas a presiones y caracterización mecánica. La figura 4.54 muestra el esquema general de el análisis.

Figura 4.54. Representación del esquema general de análisis entre las variables de caracterización de los cojines y las de interacción cojín-persona



##### 4.4.6.1. Relación entre las medidas realizadas con el maniquí y con las personas

Lo primero que hemos hecho ha sido un análisis comparativo de las correlaciones entre las presiones, la superficie y el índice de distribución, tanto para las medidas con el ma-

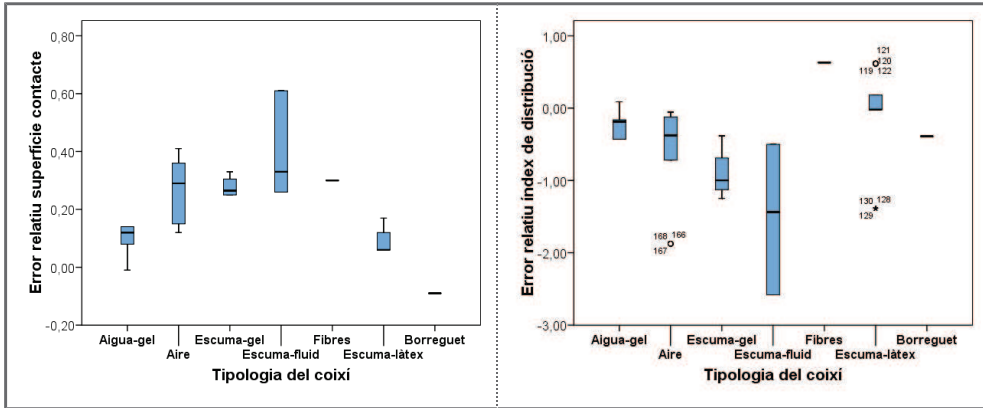
niquí como para las medidas reales con personas, considerando o no el efecto del sujeto. La tabla 4.50 representa estas correlaciones. La primera columna presenta los valores de correlación de los valores de las variables obtenidas con maniquí. La segunda columna presenta los valores de correlación correspondientes a los valores de las variables obtenidas directamente de la medida con personas. Finalmente, la tercera columna muestra el valor de estas correlaciones una vez aislado el efecto del usuario. Lo que más destaca de esta tabla es que mientras para las medidas en maniquí las correlaciones entre superficie y presiones están muy marcadas y en el sentido «esperable» no ocurre lo mismo con las medidas reales con usuarios, donde esta relación es muy baja para las medidas directas con usuarios o desaparece cuando tratamos de aislar el efecto del sujeto en el cálculo de las correlaciones.

**Tabla 4.50. Análisis comparativa de correlaciones para las variables de presión, índice de distribución y superficie, en el caso de las medidas de maniquí y de personas**

	Medidas con maniquí	Medidas con personas	
		Directos	Aislando efecto persona
<b>A mayor superficie menor ID</b>	0,439**	0,355**	0,495**
<b>A mayor superficie menor Pmax25</b>	0,906**	-	-
<b>A mayor superficie menor Pmax10</b>	0,892**	0,178*	-
<b>Correlación entre Pmax25 y Pmax10</b>	0,980**	0,971**	0,937**
<b>A mayor ID mayor Pmax25</b>	0,567**	0,364**	0,199**
<b>A mayor ID mayor Pmax10</b>	0,562**	0,390**	0,317**

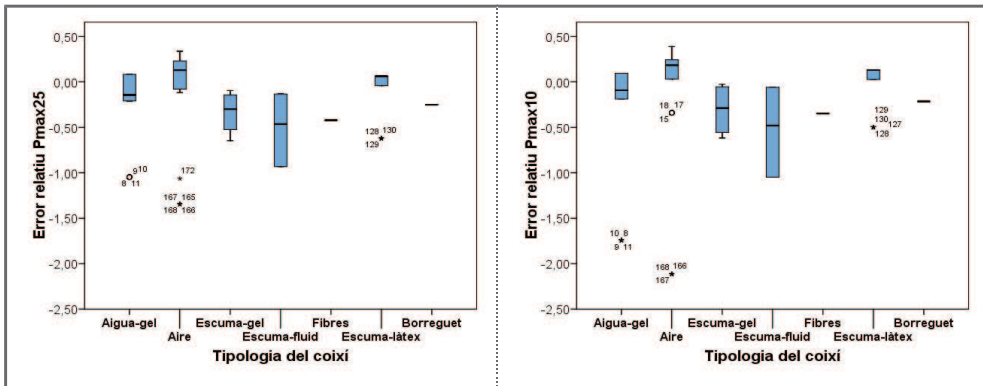
La figura 4.55 muestra las diferencias entre la medida realizada con el maniquí y la medida estimada, una vez aislado el efecto del usuario, para las medidas de superficie e índice de distribución. Las diferencias son elevadas. Así, para la superficie la diferencia media es del 20%, en un rango comprendido entre el -9% y el 60%. En el caso del índice de distribución estas diferencias aún son más grandes, con una diferencia media del -49%, en un rango comprendido entre el -258% y el 63%. Los cojines de espuma-fluido destacan especialmente en la medida del índice de dispersión, por el rango tan amplio de la diferencia.

Figura 4.55. Diferencias relativas entre la medida del maniquí y la estimada, anulando el efecto del usuario, para la superficie e índice de distribución



La figura 4.56 representa las diferencias entre la medida realizada con el maniquí y la medida estimada, una vez controlado el efecto del usuario, para las presiones Pmax25 y Pmax10. La diferencia media para las presiones Pmax25 y Pmax10 tiene un valor ligeramente inferior al -20%, en un rango comprendido entre el -135% y el 34% para Pmax25 y entre el -211% y 35% para el Pmax10.

Figura 4.56. Diferencias relativas entre la medida del maniquí y la estimada, anulando el efecto del usuario, para las presiones Pmax25 y Pmax10



El resultado de estas diferencias desaconsejaría el uso del maniquí como medida de sustitución de las personas. La tabla 4.51 incide en esta idea al representar las correlaciones existentes entre las variables del maniquí y las estimadas para los cojines una vez aislado el efecto de la persona. De los resultados de la tabla destacan los cojines de



espuma-fluido por tener un comportamiento inverso en las medidas realizadas con personas con respecto a las medidas realizadas con maniquí, y los cojines de aire donde no se han podido encontrar correlaciones entre las medidas realizadas con maniquí y las medidas realizadas con personas, salvo para la superficie de contacto, donde sí que se da una correlación positiva pero de valor inferior al del resto de tipologías de cojines.

**Tabla 4.51. Análisis comparativo de correlaciones para las variables de presión, índice de distribución y superficie, en el caso de las medidas de maniquí y de personas (corregido efecto usuario), de forma agrupada y por tipología**

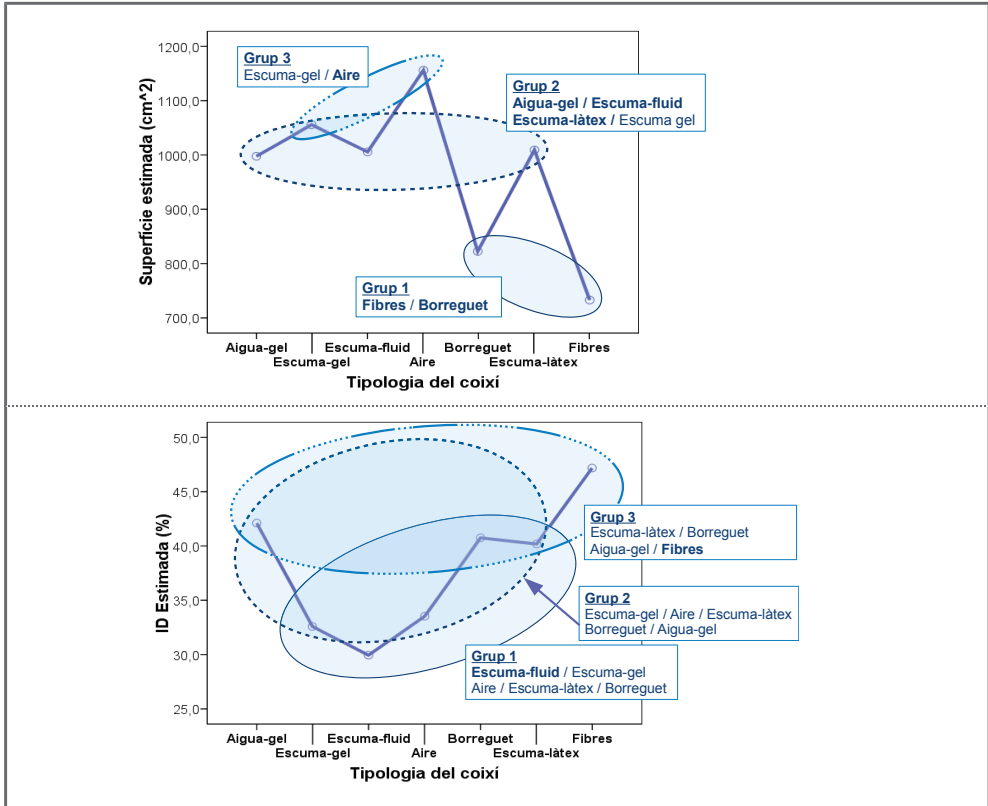
	Valor correlación media	Valor correlación por tipología de cojín				
		AG	EG	EF	A	EL
<b>Superficie maniquí vs superficie corregida</b>	↑ 0,371**	↑↑ 0,667**	↑↑ 0,941**	↓ -0,438**	↑ 0,470**	↑↑ 0,943**
<b>Pmax25 maniquí vs Pmax25 corregida</b>	↑ 0,340**	↑↑ 0,971**	↑ 0,504**	↓↓ -1,000**	* -	↑ 0,266**
<b>Pmax10 maniquí vs Pmax10 corregida</b>	↑ 0,323**	↑↑ 0,933**	↑↑ 0,604**	↓↓ -0,877**	* -	↑↑ 0,599**
<b>ÍD maniquí vs ÍD corregida</b>	↓ -0,331**	↑ 0,382**	↑↑ 0,961**	↓↓ -0,661**	- -	↑ -0,808**

*AG, agua-gel / EG, espuma-gel / EF, espuma-fluido / A, aire / EL, espuma-látex*

#### 4.4.6.2. Variables de superficie, ÍD, Pmax10 y Pmax25 en función de la tipología

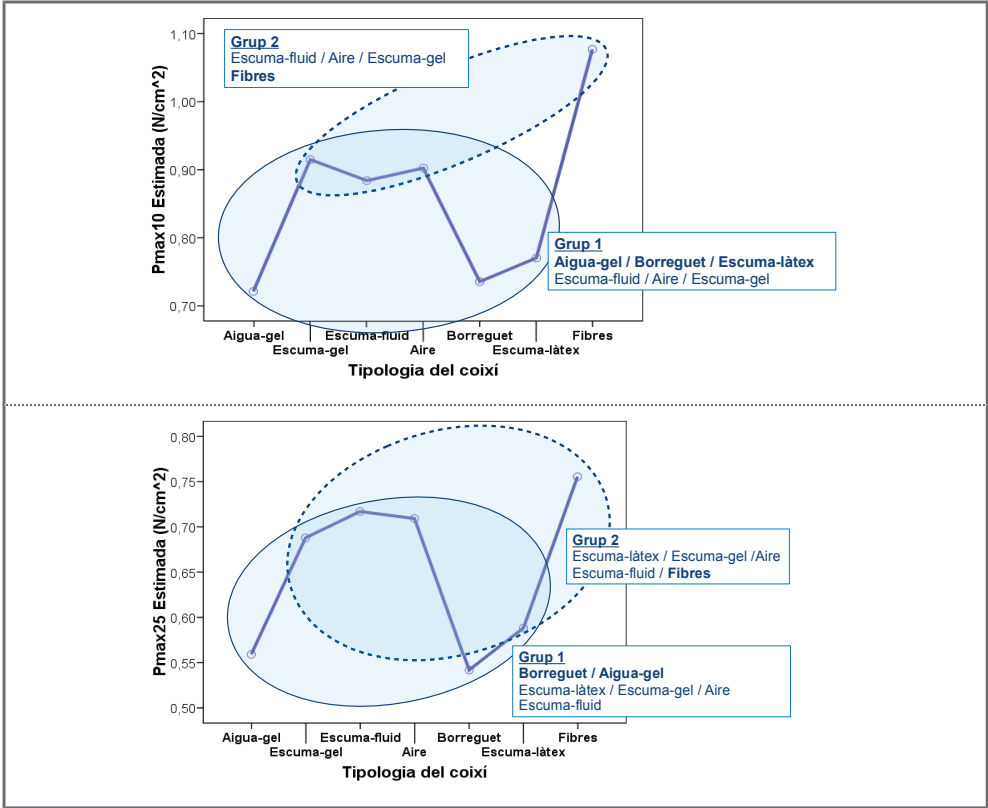
La figura 4.57 muestra los valores medios estimados para la superficie e índice de distribución. Para la superficie se han identificado tres subconjuntos homogéneos. En el de menor superficie de contacto se encuentran los cojines de fibras y borreguito. En el grupo intermedio se encuentran todos los cojines con base de espuma (espuma-gel, espuma-fluido, espuma-látex) más los cojines de agua gel. Entre este grupo y el de superficies menores no se produce ningún superposición. En el grupo de superficies de contacto más elevadas encontramos los cojines de aire y los de espuma-gel, esta última tipología también está presente al grupo intermedio de superficies. El análisis de subconjuntos homogéneos para el índice de distribución también identifica tres grupos, pero en este caso el grado de superposición es mayor. Los únicos cojines que sólo se encuentran en un grupo serían los cojines de fibras, con la concentración máxima de presiones en la zona isquial y los cojines de espuma fluido justo en el lado opuesto, con la concentración de presión menores en la zona isquial.

Figura 4.57. Representación de los valores medios estimados, anulado el efecto de los usuarios, de superficie e índice de distribución en función de la tipología del cojín. Los óvalos representan los sub-conjuntos homogéneos (Scheffé)



Por su parte, la figura 4.58 representa los valores medios estimados para las presiones máximas  $P_{max10}$  y  $P_{max25}$ . Tanto para  $P_{max10}$  como para  $P_{max25}$  se han identificado dos subconjuntos con un grado importante de superposición, más grande para el caso de la  $P_{max25}$ . Para las presiones  $P_{max10}$  los cojines de agua-gel, borreguito y espuma látex se encuentran entre los que dan las presiones más bajas. Los cojines de espuma-gel, espuma-fluido y aire, se encuentran clasificados en los dos grupos. Sólo en el grupo de presiones máximas se encuentra ubicado el cojín de fibras. Si vemos la parte relativa a la presión,  $P_{max25}$ , encontramos la misma clasificación; salvo los cojines de espuma-látex que ahora quedan clasificados dentro de los dos subconjuntos.

Figura 4.58. Representación de los valores medios estimados, anulando el efecto de los usuarios, de presiones máximas Pmax10 y Pmax25. Los óvalos representan los subconjuntos homogéneos (Scheffé)



Se podría reseñar que los cojines de agua-gel y de aire eran los cojines con más variabilidad. Para los primeros los valores de Pmax10 comprendía el rango entre 0,25 y 1,06 N/cm<sup>2</sup> y Pmax25 entre 0,22 y 0,85 N/cm<sup>2</sup>. los cojines con presiones más elevadas eran el de gel y uno de agua con agujero interior. En el caso de los cojines de aire, el rango total de presiones quedaba comprendido para Pmax10 entre 0,41 y 1,24N/cm<sup>2</sup> y, para el caso de las Pmax25 entre 0,37 y 0,97N/cm<sup>2</sup>. Entre los cojines de aire las estructuras de huevera registraran los valores más bajos de presión (C03, C04, C23) y también los más altos (C07 y C24), conformando así un resultado contradictorio.

#### 4.4.6.3. Relación con la resto de parámetros del primer nivel

La tabla 4.52 muestra las relaciones más destacadas con el resto de variables de primer nivel.

**Tabla 4.52. Relaciones destacadas dentro del primer nivel de evaluación**

<b>Cuando el grueso del cojín crece...</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• baja el índice de dispersión (0,252*)</li><li>• baja Pmax10 (0,164**)</li></ul>
<b>Cuando se incrementa la histéresis...</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• disminuye Pmax25 (0,255**)</li><li>• disminuye Pmax10 (0,244**)</li></ul>
<b>Cuando aumenta la superficie de contacto...</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• disminuye el índice de distribución (0,495**)</li></ul>
<b>Cuando se incrementa la profundidad de contorno y a sobrecarga...</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• baja Pmax25 y Pmax10 (0,353**, 0,296**)</li></ul>
<b>Cuando aumenta el índice de dispersión...</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• aumenta Fmax i F60s (0,431** y 0,452**)</li></ul>

---

## 4.5. Criterios de diseño específico y valores límites

Este último apartado del capítulo de resultados se divide en dos bloques. El primero presenta un resumen de los criterios de diseño y de los valores límite. El segundo bloque presenta, de forma detallada para cada uno de los factores de calidad, los criterios y recomendaciones de diseño a seguir para maximizar el comportamiento del cojín en función del factor de calidad escogido.

### 4.5.1. Resumen de los criterios de diseño y valores límite

La herramienta usada para determinar los criterios de diseño y concretamente los valores límite, ha sido la regresión logística binaria. Como se describió en el capítulo 3. *Metodología* la regresión logística binaria nos permite pronosticar la probabilidad que ocurra o no un suceso determinado. Por ejemplo, la probabilidad que una persona tenga sensación de escurrimiento o dolor, dados unos valores de las variables de diseño del cojín o de las presiones en la interacción cojín-persona. Perseguimos, identificar rangos de valores recomendables y admisibles para cada una de las variables. La relación entre las variables de primer y segundo nivel, con las percepciones de los usuarios no son únicas, y pueden llegar a ser contradictorias. Por ejemplo, un cojín poco firme puede aportar una buena distribución de presiones pero una mala sensación de firmeza o incluso una falta de estabilidad.

En los puntos anteriores hemos descrito los resultados, de acuerdo con las variables identificadas, tanto por niveles de evaluación como mediante las relaciones existentes entre las variables de los niveles diferentes. Esta descripción de resultados no nos permitía identificar rangos acotados de valores para las variables que produjeran percepciones negativas o positivas en el usuario.

La tabla 4.53 muestra las variables utilizadas para el establecimiento de los criterios de diseño agrupados en función de los seis factores de calidad. De esta manera, el modelo causa-efecto, utilizado en todo el trabajo de investigación, nos permite, conociendo las percepciones, impacto o consecuencias del uso del producto sobre la persona, determinar los valores de las variables de diseño que las mejorarían. Los criterios de diseño que se plantean en los apartados siguientes surgen de recorrer el camino, desde las sensaciones y percepciones de los usuarios (nivel 3 de evaluación) a los valores de las variables de interacción (nivel 2 de evaluación) y a las características de los cojines (nivel

1 de caracterización). Así, el objetivo es saber qué valores deberían adoptar las variables de caracterización de los cojines o de interacción cojín-persona para reducir, por ejemplo, la sensación de inestabilidad, encajonamiento o colapso.

Tabla 4.53. Identificación y agrupación por factores de las variables que marcan la percepción del usuario para las que hemos identificado regiones de diseño admisible y recomendable

Factor	Percepciones (nivel 3)	Caracterización de la interacción (nivel 2)	Caracterización del cojín (nivel 1)
<b>F1. Estabilidad</b>	<b>Escurrimiento</b>	-	Grueso a los 10 segundos
	<b>Firmeza</b>	Índice de distribución	%Recuperación a los 20 minutos Profundidad de contorno
	<b>Balanceo</b>	-	Fuerza horizontal pasados 60 según
<b>F2. Calor-dolor</b>	<b>Calor</b>	-	-
	<b>Dolor</b>	-	Zon pico de aceleración
<b>F3. Encajonamiento</b>	<b>Encajonamiento F</b>	Pmax10	Histéresis
	<b>Encajonamiento I</b>	Pmax10 Superficie	Histéresis
<b>F4. Colapso</b>	<b>Amortiguamiento</b>	-	-
	<b>Hundimiento</b>	-	%Recuperación a los 20 minutos
<b>F5. Tamaño-estética</b>	<b>Acoplamiento</b>	-	<b>Grueso</b> de los cojines
	<b>Estética</b>	-	Tipología
	<b>Grueso</b>	-	<b>Grueso</b> de los cojines
<b>F6. Fred-pes</b>	<b>Frío</b>	-	-
	<b>Peso</b>	-	Peso

En general, para todas las variables hemos planteado dos bandas de valores. La primera, que hemos llamado valores admisibles, empieza a partir del punto donde se iguala la probabilidad que se dé (o no) una percepción. La segunda, que hemos llamado valores recomendados correspondería a una banda más favorable, es decir de probabilidad más alta, que se dé la percepción perseguida. También hemos considerado los valores límite registrados para el conjunto de los cojines de la muestra.

El Anexo II. Tablas resultados regresión logística muestra los detalles estadísticos de la regresión logística. Si bien existen algunos casos con un nivel de aciertos moderado, inferior al 60%, en la predicción de la percepción a partir de valores objetivos; también

existen casos con niveles de acierto superior al 80%. En el primer caso podría deberse a la existencia de otros factores que influyen en la percepción pero que no han sido contemplados en el modelo. En cualquier caso, lo importante es poder demostrar la existencia de variables objetivas que influyen en la valoración subjetiva del cojín.

#### 4.5.2. Criterios de diseño relacionados con el factor de estabilidad (F1)

La estabilidad era el primer factor identificado en el análisis factorial. Este factor afecta tanto el factor global de bondad como el de evolución. A mayor sensación de estabilidad mejor valoración de la bondad del cojín y menor pérdida de valoración en la evolución. Este factor recoge las variables relacionadas con el comportamiento dinámico del cojín, sensaciones relacionadas con la percepción de escurrimiento, firmeza y balanceo.

##### 4.5.2.1. Sensación de escurrimiento

A los usuarios les pedíamos que valoraran la sensación de escurrimiento del cojín, las respuestas posibles eran mucho, poco o nada. Para el cálculo de la regresión logística binaria separábamos entre sensación de escurrimiento (mucho o poco) y nada. Se consideraron las variables de caracterización del cojín y de la interacción cojín-persona, tal como vienen recogidas en la tabla 4.54.

Tabla 4.54. Variables analizadas en la regresión logística relativa a la sensación de escurrimiento

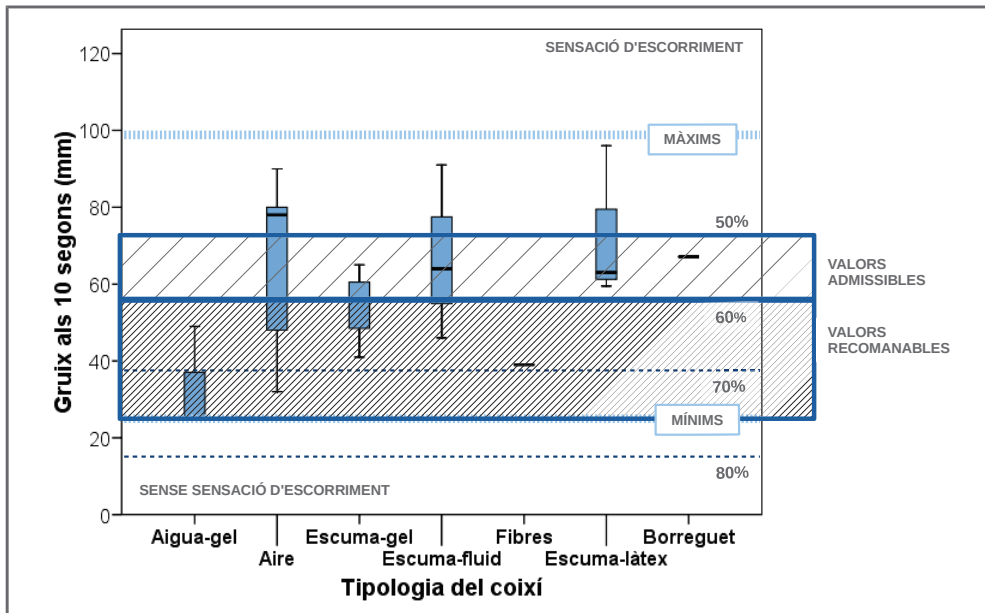
Caracterización del cojín (nivel 1)		Interacción cojín-persona (nivel 2)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuerza horizontal máx.</li> <li>• Fuerza horizontal 60 seg.</li> <li>• Amortiguamiento impactos</li> <li>• Histéresis</li> <li>• <b>Grueso 10 segundos</b></li> <li>• Grueso 20 minutos</li> <li>• Recuperación % 10 seg.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperación % 20 minutos</li> <li>• Profundidad de contorno (PC)</li> <li>• Profundidad de sobrecarga (PS)</li> <li>• PS – PC</li> <li>• Grueso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficie de contacto</li> <li>• Índice de distribución</li> </ul>

El grueso a los 10 segundos, marcado en negrita en la tabla, fue la única variable para la que hemos identificado valores límites relacionados con la sensación de escurrimiento. Sorprende, por ejemplo, que ni el grueso original, ni otras medidas relacionadas con el grueso influyan en la sensación de escurrimiento. Igualmente sorprende que la fuerza horizontal, ni la máxima, ni a los 10 segundos, no afecte a la sensación de escurrimiento, dado que estas fuerzas actúan en la misma línea de desplazamiento de la persona

producida por el escurrimiento. De las variables analizadas de segundo nivel no hemos podido identificar ninguna relación con la sensación de escurrimiento.

La figura 4.59 representa los valores máximos y mínimos del grueso de los cojines a los 10 segundos y la probabilidad estimada de que se produzca sensación de escurrimiento. La línea señalada con el 50% es el valor en el que se iguala la probabilidad de la sensación de escurrimiento y no sensación de escurrimiento. A porcentajes superiores disminuye la percepción de valoraciones de escurrimiento. Los cojines de agua gel son los que darían la menor sensación de escurrimiento, son los que tienen un grueso menor pasados 10 segundos y los que tienen una superficie sobre la que cuesta más desplazarse, por la fricción que ofrecen los materiales de la cubierta. Una posible justificación a la sensación mayor de escurrimiento de los cojines podría ser que al ser más gruesos permiten un mayor desplazamiento de la superficie cojín-persona respecto a la superficie de la base del cojín ante un mismo grado de deformación.

Figura 4.59. Sensación de escurrimiento del cojín en función del valor del grueso del cojín a los 10 segundos



Si utilitzamos las dos franjas que comentábamos en el punto anterior, el área de valores admisibles de sensación de escurrimiento estaría definida por el rango del grueso comprendido aproximadamente entre 55 mm y 75 mm. Igualmente, el área recomendable



de diseño del grueso a los 10 segundos estaría comprendida entre 25 mm y 55 mm. Con estos valores de referencia tendríamos un grupo reducido de cojines de aire, de espuma-fluido y de espuma-látex que se encontrarían fuera de estas dos franjas. En el área de valores admisibles tendríamos la mayoría de los cojines de estos grupos incluidos los de borreguito. Repartidos entre las dos franjas tendríamos los cojines de espuma-gel. Finalmente, todos los cojines de agua-gel se encontrarían en el área recomendada de diseño.

Limitamos el valor del grueso del cojín a los 10 segundos al valor mínimo registrado por los cojines del estudio, porque consideramos que no sería recomendable tener valores más bajos aunque redujeran la sensación de escurrimiento. Reducir más el grueso podría implicar, por ejemplo, valores más elevados de presiones.

4.5.2.2. *Sensación de firmeza*

A los usuarios los pedíamos que valoraran la sensación de firmeza del cojín, las respuestas posibles eran excesiva, correcta o ligera. Para el cálculo de la regresión logística hemos considerado sólo las sensaciones ligera y correcta. La sensación de firmeza excesiva era muy minoritaria (2,1% de las valoraciones) y la hemos descartado para el análisis. Se consideraron las variables de caracterización del cojín y de la interacción cojín-persona según vienen recogidas en la tabla 4.55. El índice de distribución, para el nivel 2, y la recuperación porcentual a los 20 minutos y la profundidad de contorno, para el nivel 1, fueron las variables para las que se pudieron identificar límites relacionados con la sensación de firmeza.

Tabla 4.55. Variables utilizadas en el análisis de regresión logística relativo a la sensación de firmeza

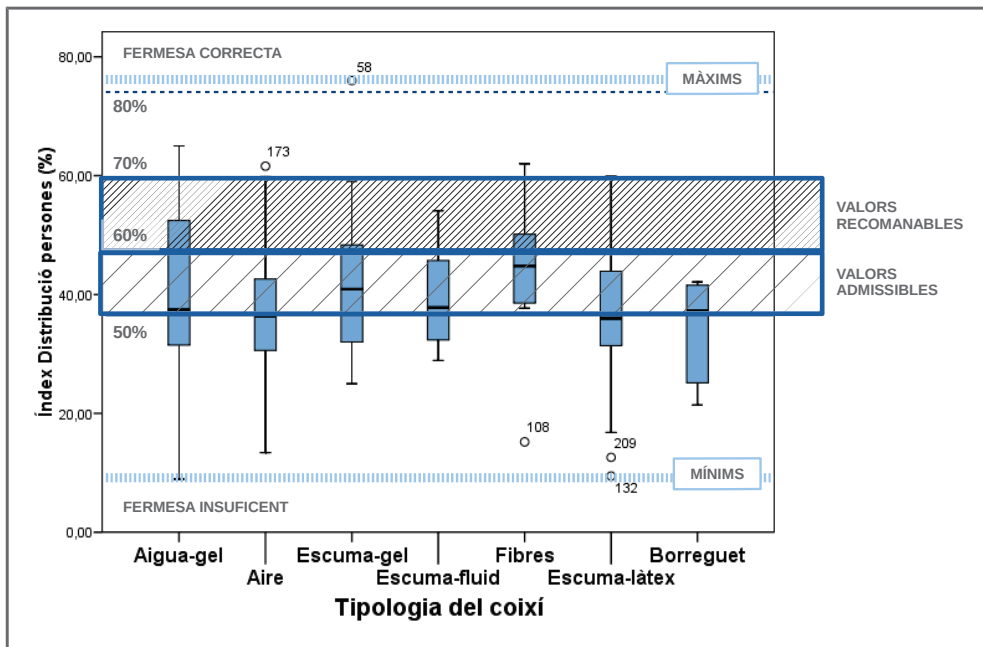
Caracterización del cojín (nivel 1)		Interacción cojín-persona (nivel 2)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amortiguamiento impactos</li> <li>• Histéresis</li> <li>• Grueso 10 segundos</li> <li>• Grueso 20 minutos</li> <li>• Recuperación % 10 seg.</li> <li>• <b>Recuperación % 20 min.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Profundidad de contorno (PC)</b></li> <li>• Profundidad de sobrecarga (PS)</li> <li>• PS - PC</li> <li>• Grueso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficie de contacto</li> <li>• <b>Índice de distribución</b></li> </ul>

Sensación de firmeza vinculada a las variables de interacción cojín-persona (nivel 2)

La figura 4.60 representa la valoración de la firmeza en función del índice de distribución, en principio mayor concentración de presiones en la zona isquial producirían mayor sensación de firmeza. La línea marcada con el 50% es el valor del índice de distribución para el cual se iguala la probabilidad de percepción de firmeza correcta e insuficiente.

Para el caso de la percepción de la firmeza, en función del índice de distribución, muy pocos cojines quedarían dentro de los **valores recomendables de diseño**. En cualquier caso, deberíamos considerar con cautela esta zona porque una recomendación de diseño, desde el punto de vista de la prevención de las úlceras por presión, es eliminar presión de las zonas con mayor riesgo como es el área isquial. Por tanto, tratar de incrementar el índice de distribución para mejorar la sensación de firmeza, podría ir en contra de uno de los objetivos más importantes de los cojines: la protección de los tejidos más vulnerables a las presiones. La mayoría de los valores medidos para el índice de presión de las tipologías diferentes de los cojines quedarían dentro de la franja de **valores admisibles**.

Figura 4.60. Percepción de la firmeza en función del índice de distribución (ID)

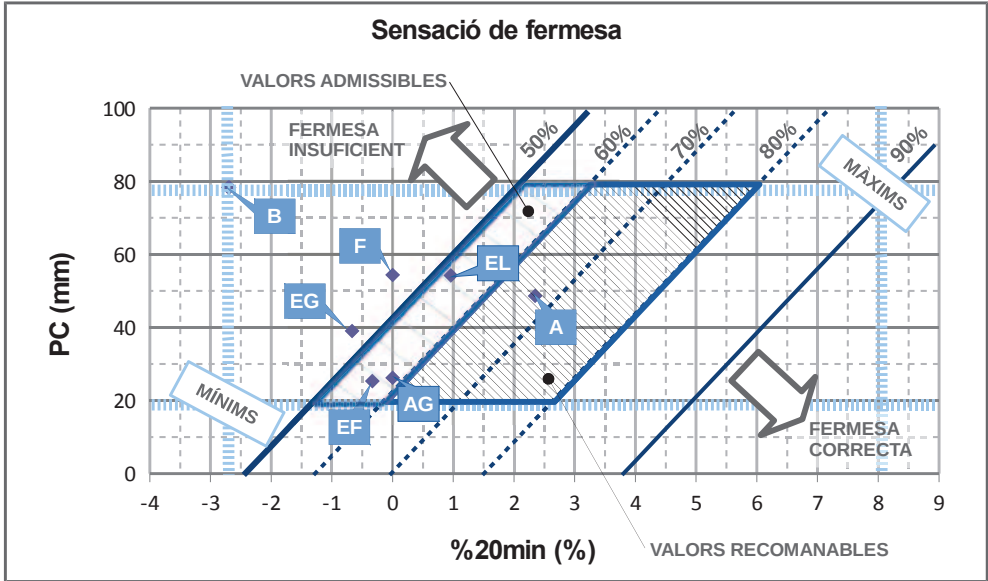


Una **hipótesis** para explicar la relación existente entre elevados índices de distribución y sensaciones de firmeza correcta sería que a los usuarios de silla de ruedas les gusta sentir que están sentados sobre una superficie firme y que eso se produce cuando la zona isquial concentra las presiones, quizá porque topa o da la sensación de topar con la superficie inferior del cojín. Ésta es seguramente la situación que se da para el cojín de fibras que tiene la media más alta del valor del índice de distribución. Por tanto, para mantener niveles bajos del índice de distribución y reducir el riesgo de presiones, pero al mismo tiempo buscar la sensación de «topar», un **criterio de diseño** sería trasladar la sensación de firmeza a otras partes de las nalgas.

Sensación de firmeza vinculada a las variables de caracterización del cojín (nivel 1)

La figura 4.61 muestra la sensación de firmeza en función de la profundidad de contorno y el porcentaje de deformación a los 20 minutos, dos variables del nivel 1. También representa el valor medio para cada una de las tipologías de cojines en estas dos variables.

Figura 4.61. Percepción de la firmeza en función de la profundidad de contorno y el porcentaje de recuperación a los 20 minutos



A. Aire / AG. Agua-gel / B. Borreguito / EG. Espuma-gel / EF. Escuma -fluid / EL. Espuma-látex / F. Fibras

Del gráfico se puede concluir que el cojín de borreguito fue el que transmitía menor sensación de firmeza. Además, este cojín se sitúa en el límite inferior de la recuperación a los 20 minutos y en el límite superior de la profundidad de contorno. En definitiva, podríamos decir que es un cojín donde el cuerpo de la persona entraba mucho y además que le costaba de recuperar la forma original. Si el comportamiento, desde la perspectiva de la firmeza, del cojín de borreguito lo explica muy bien este gráfico, la ubicación de los cojines de aire como los más firmes podría resultar más sorprendente; si bien es cierto, que este grupo era muy heterogéneo y contenía ejemplares con diferentes profundidades de contorno y porcentajes de recuperación a los 20 minutos.

#### 4.5.2.3. Sensación de balanceo

A los usuarios se pedía que valoraran la sensación de balanceo. Para el análisis de la regresión hemos separado entre sensación de balanceo (mucho o poca) y no sensación (nada). Consideramos las variables de caracterización del cojín y de la interacción cojín-persona, tal y como recoge la tabla 4.56. Sólo hemos identificado límites relacionados con la sensación de balanceo para la fuerza horizontal a los 60 segundos.

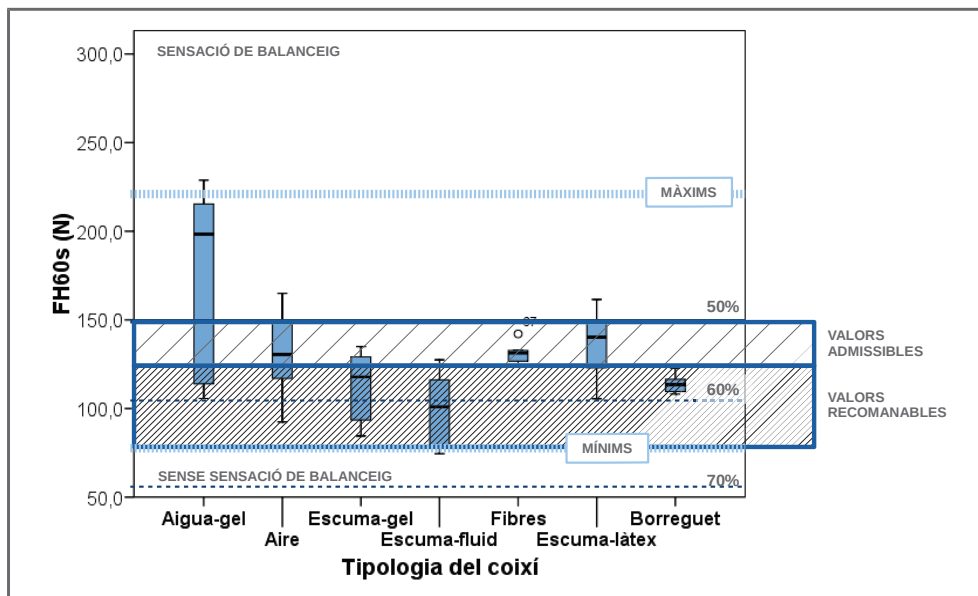
Tabla 4.56. Variables utilizadas en el análisis de regresión logística relativo al balanceo

Caracterización del cojín (nivel 1)		Interacción cojín-persona (nivel 2)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuerza horizontal máx.</li> <li>• <b>Fuerza horizontal 60 seg.</b></li> <li>• Amortiguamiento impactos</li> <li>• Histéresis</li> <li>• Grueso 10 segundos</li> <li>• Grueso 20 minutos</li> <li>• Recuperación % 10 seg.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperación % 20 minutos</li> <li>• Profundidad de contorno (PC)</li> <li>• Profundidad de sobrecarga (PS)</li> <li>• PS -PC</li> <li>• Grueso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficie de contacto</li> <li>• Índice de distribución</li> </ul>

La figura 4.62 muestra los valores de referencia para las tipologías de cojines en función de la fuerza horizontal a los 60 segundos. Los cojines que más sensación de balanceo producen son los de agua-gel, pero entendemos que no es cuestión de la fuerza horizontal sino de los materiales de cubierta, que eran plásticos, en algunos casos sin ningún tipo de funda adicional. Las franjas máximas y mínimas delimitan los valores del total de la muestra de los cojines. La línea del 50% marca el valor de fuerza horizontal a los 60 segundos para el cual la probabilidad de sensación de balanceo iguala la sensación de no balanceo. Cuanto mayor es el porcentaje marcado sobre la línea, existe más posibilidad que la valoración del cojín sea de no balanceo.

La gran mayoría de los valores medidos para los cojines de agua-gel se encuentran fuera de los valores admisibles y recomendables. Dentro de la **franja de valores admisibles** de sensación de balanceo encontraríamos los cojines de espuma-látex, aire y fibras. Finalmente en el área recomendable de diseño encontramos los cojines de espuma-gel, espuma-fluido y borreguito.

Figura 4.62. Sensación de balanceo en función de la fuerza horizontal pasados 60 segundos (FH60s)



Quizás, desde el punto de vista de los criterios de diseño, lo más interesante sería buscar estrategias para reducir la sensación de balanceo en los cojines de agua sin afectar sus buenas cualidades de temperatura. Para el caso concreto de los cojines de agua se plantean dos hipótesis:

- **Hipótesis 1.** La sensación de balanceo de los cojines de agua depende exclusivamente de la fuerza horizontal a los 60 segundos. Para reducir esta fuerza sería suficiente con añadir algún material encima de la bolsa del cojín de agua que redujera esta fuerza.
- **Hipótesis 2.** La sensación de balanceo de los cojines de agua depende del comportamiento del cojín de agua en cuanto a la forma de deformarse, siendo el elevado valor de la fuerza horizontal, un elemento «colateral» que podría mejorarse con un soldado diferente de la bolsa contenedora del agua.

### 4.5.3. Criterios de diseño relacionados con el factor calor-dolor (F2)

Calor-dolor era el segundo factor identificado en el análisis factorial. Este factor recoge las variables relacionadas con el calor y el dolor. La no sensación de dolor y de calor está relacionada con una mejor percepción de la bondad del cojín.

#### 4.5.3.1. Sensación de calor

La sensación de calor percibida (intenso-ligero-nada) por los usuarios de silla de ruedas no se relaciona con ninguna de las variables de la interacción cojín-persona (nivel 2) ni de caracterización de los cojines (nivel 1). Las variables consideradas para el análisis de regresión logística binaria fueron las recogidas en la tabla 4.57, con la consideración necesaria que los valores de las variables de la interacción cojín-persona fueran obtenidas con tres personas sanas y no con usuarios de silla de ruedas.

Tabla 4.57. Variables utilizadas en el análisis de regresión logística relativo a la sensación de calor

Caracterización del cojín (nivel 1)	Interacción cojín-persona (nivel 2)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad calorífica</li> <li>• Conductividad</li> <li>• Tiempo de latencia</li> <li>• Grado de estabilización</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento de temperatura (<math>\Delta T</math>)</li> <li>• Temperatura final (T40)</li> <li>• Incremento de humedad (<math>\Delta H</math>)</li> <li>• Humedad final (H40)</li> </ul>

A efectos de criterios de diseño nos ajustaríamos a los resultados descritos en los apartados 4.4.1, 4.4.2 y 4.4.3. Estos apartados hacen referencia a las relaciones existentes entre los niveles de evaluación diferentes y se concretan posteriormente en el capítulo 5. *Discusión*.

#### 4.5.3.2. Sensación de dolor

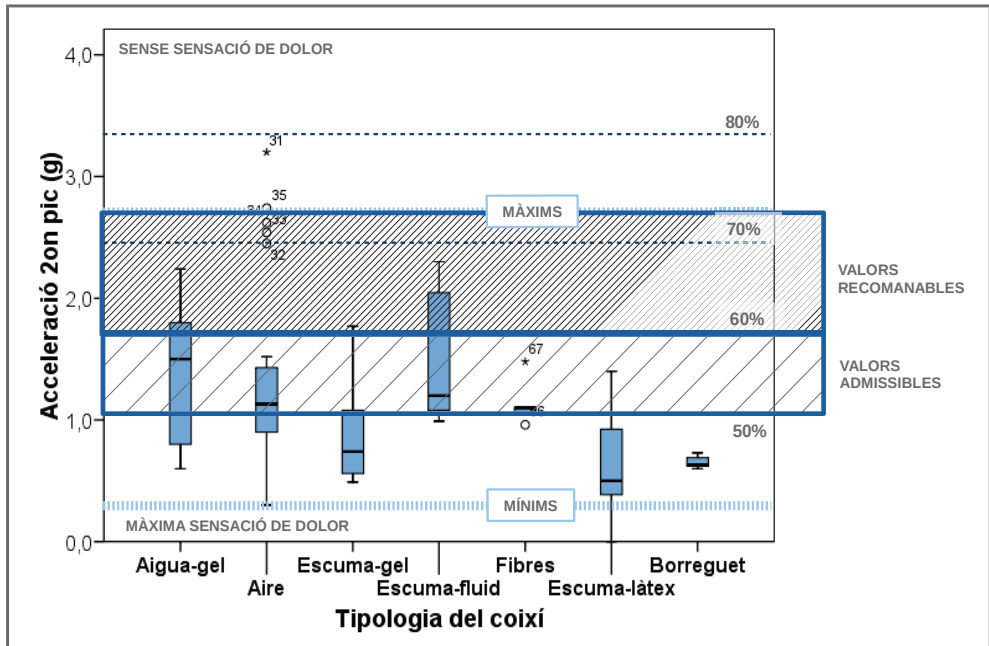
A los usuarios les pedíamos que valoraran la sensación de dolor. Para el análisis de la regresión se ha separado entre sensación de dolor (mucho o poca) y no sensación de dolor (nada). La tabla 4.58 recoge las variables consideradas para el análisis de regresión logística binaria. La capacidad del cojín para amortiguar impactos, caracterizada por el valor del segundo pico de aceleración del ensayo de impactos, fue la variable para la que se han podido identificar límites relacionados con la sensación de dolor. La sensación de dolor es importante, el 46% de los usuarios presentava sensación de dolor.

Tabla 4.58. Variables utilizadas en el análisis de regresión logística relativo a la sensación de dolor

Caracterización del cojín (nivel 1)		Interacción cojín-persona (nivel 2)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Fuerza horizontal máx.</li> <li>Fuerza horizontal 60 seg.</li> <li><b>Amortiguamiento impactos</b></li> <li>Histéresis</li> <li>Grueso 10 segundos</li> <li>Grueso 20 minutos</li> <li>Recuperación % 10 seg.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recuperación % 20 minutos</li> <li>Profundidad de contorno (PC)</li> <li>Profundidad de sobrecarga (PS)</li> <li>PS - PC</li> <li>Grueso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fuerza media</li> <li>Superficie de contacto</li> <li>Índice de distribución</li> <li>Presión máxima 25</li> <li>Presión máxima 10</li> </ul>

La figura 4.63 muestra los valores de referencia para las tipologías diferentes de cojines en función del valor del segundo pico de aceleración. Las franjas máximas y mínimas delimitan los valores del total de la muestra de los cojines. La línea del 50% marca el valor de la aceleración del segundo pico para el cual la probabilidad de sensación de dolor iguala la sensación de no dolor. Cuanto mayor es el porcentaje marcado sobre la línea, existe más posibilidad que la valoración del cojín sea de no dolor.

Figura 4.63. Sensación de dolor en función del valor de la aceleración del segundo pico



Si hacemos caso al criterio de dolor en función de la aceleración del segundo pico, los cojines de espuma-gel, espuma-látex y borreguito serían los más dolorosos mientras que los de espuma fluido y los de agua-gel lo serían menos.

Este es un resultado sorprendente, porque vincula mayores cotas de aceleración a menor dolor. Una posible **hipótesis** para explicar este resultado sería que los cojines que dan los valores más bajos de aceleración es porque colapsan o tocan fondo, situación en la que podría incrementarse el dolor; mientras, en los cojines con valores más elevados de aceleración, el cojín no llega a tocar fondo y mantiene por más tiempo la aceleración en una especie de movimiento oscilante.

#### 4.5.4. Criterios de diseño relacionados con el factor de encajonamiento (F3)

El factor de encajonamiento era el tercer factor identificado en el análisis factorial. La sensación de libertad de movimiento (baja sensación de encajonamiento) se relaciona con la percepción de bondad del cojín. Este factor recoge las variables relacionadas con el encajonamiento en el momento inicial y final del ensayo. A los usuarios los pedíamos que valoraran la sensación de encajonamiento de los cojines (mucho-poco-nada) en ambos momentos. Para el análisis de la regresión logística hemos separado entre sensación de encajonamiento (mucho o poco) y no sensación de encajonamiento (nada). Los datos se presentan de forma separada para el momento final y el momento inicial.

##### 4.5.4.1. Encajonamiento final. Relación con variables interacción cojín-persona (nivel 2)

Las variables consideradas para el análisis de regresión logística binaria, relativas a la sensación de encajonamiento final vienen recogidas en la tabla 4.59.

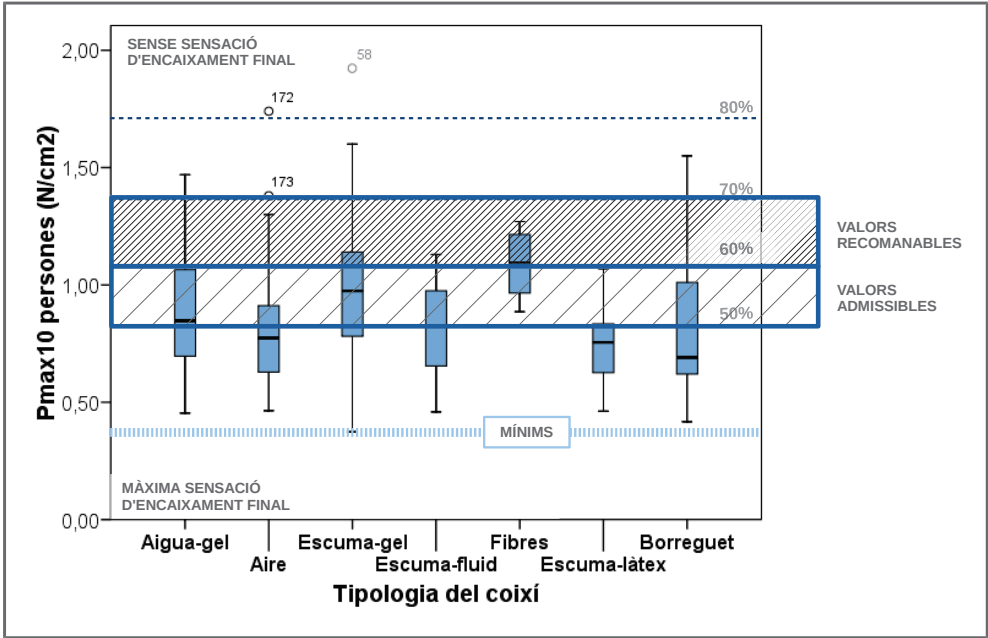
**Tabla 4.59. Variables utilizadas en el análisis de regresión logística relativo a la sensación de encajonamiento final**

Caracterización del cojín (nivel 1)		Interacción cojín-persona (nivel 2)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Histéresis</b></li> <li>• Grueso 10 segundos</li> <li>• Grueso 20 minutos</li> <li>• Recuperación % 10 seg.</li> <li>• Recuperación % 20 minutos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Profundidad de contorno (PC)</li> <li>• Profundidad de sobrecarga (PS)</li> <li>• PS-PC</li> <li>• Grueso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficie de contacto</li> <li>• Índice de distribución</li> <li>• Presión máxima 25</li> <li>• <b>Presión máxima 10</b></li> </ul>



La variable presión máxima, Pmax10, es la variable para la que hemos podido identificar límites relacionados con la sensación de encajonamiento final, en el nivel 2. Cojines con presiones más bajas darían mayor sensación de encajonamiento, seguramente vinculada a una mayor superficie de contacto para un mejor reparto de la presión. La figura 4.64 muestra los valores de referencia para las tipologías diferentes de cojines en función del valor de la presión máxima Pmax10. Las franjas máximas y mínimas delimitan los valores del total de la muestra de los cojines. La línea del 50% marca el valor de la Pmax10 para la que la probabilidad de sensación de encajonamiento iguala la sensación de no encajonamiento. Cuanto mayor es el porcentaje marcado sobre la línea, existe más posibilidad que la valoración del cojín sea de no encajonamiento. Los cojines que según este criterio darían mayor sensación de encajonamiento serían los de borreguito, espuma-látex y aire.

Figura 4.64. Sensación de encajonamiento final en función de la presión máxima Pmax10



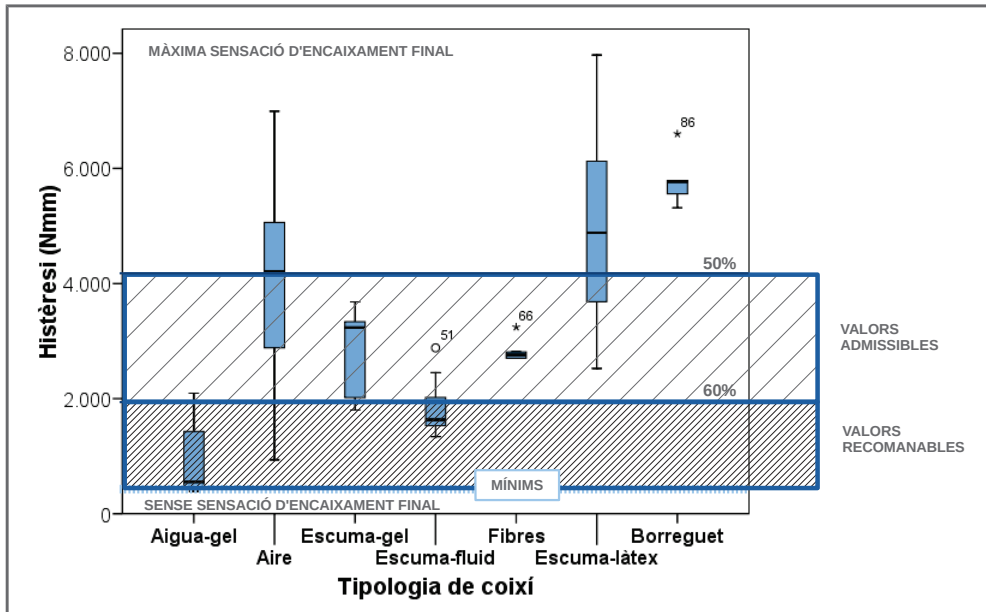
El problema de aplicar este **criterio de diseño** es que incrementar la presión aumenta el riesgo. Aunque no hay acuerdo sobre los niveles críticos de presión, sí que podemos considerar algunos niveles de referencia en función de la bibliografía. Así, la oclusión capilar habitualmente se identifica con los 32 mmHg (0,43 N/cm<sup>2</sup>) (International Review 2010), mientras que los 60 mmHg (0,80 N/cm<sup>2</sup>) son identificados por algunos au-

tores, (Conine et al. 1994), como el punto donde se dispara el riesgo de desarrollar úlceras. Si consideramos estos valores, deberíamos evitar totalmente la franja que hemos señalado como área **recomendable** de diseño porque toda ella supera sobradamente los  $0,80 \text{ N/cm}^2$ . Incluso el área clasificada como de valores admisibles deberíamos mirarla con mucho detenimiento y tratar de identificar otros elementos de diseño que puedan mejorar la sensación de encajonamiento sin incrementar las presiones. Los usuarios clasifican el problema del encajonamiento dentro del cuadrante *muy importante-poco frecuentes*.

#### 4.5.4.2. Encajonamiento final. Relación con variables caracterización del cojín (nivel 1)

La histéresis es la variable de nivel 1 para la que hemos encontrado valores límite relacionados con la sensación de encajonamiento final. La figura 4.65 muestra los valores medios para las tipologías diferentes de cojines.

Figura 4.65. Sensación de encajonamiento final en función de la histéresis del cojín



La línia del 50% marca los valores de histéresis que igualan la probabilidad que se dé (o no) sensación de encajonamiento final. Cuanto mayor es el porcentaje marcado sobre la línea, más posibilidad hay que no se dé sensación de encajonamiento. Según este criterio de diseño, los cojines que estarían dando mayor sensación de encajonamiento

serían los de espuma-látex y borreguito, y los que menos los de agua-gel y espuma fluido. Hemos identificado una **área recomendable de diseño** que comprende los valores de histéresis entre 1,94 y 0,42 Nmm, correspondientes respectivamente al valor para el cual la no sensación de encajonamiento final tiene una probabilidad mayor del 60% y al valor mínimo de histéresis registrado en la muestra de cojines. Dentro de esta zona sólo entran los cojines de agua-gel y de espuma-fluido. En la franja marcada como **área de valores admisibles** entrarían también los cojines de espuma-gel, aproximadamente la mitad de los de aire y algunos de los de espuma-látex.

4.5.4.3. *Encajonamiento inicial. Relación con variables interacción cojín-persona (nivel 2)*

Las variables consideradas para el análisis de regresión logística binaria, relativas a la sensación de encajonamiento inicial vienen recogidas en la tabla 4.60. La variable de presión máxima, Pmax10, y la superficie de contacto son las variables para las que hemos identificado límites relacionados con la sensación de encajonamiento inicial, en el nivel 2. En principio, los cojines con presión Pmax10 y superficie de contacto más bajas darían menor sensación de encajonamiento inicial. Por su parte, la histéresis, vuelve a ser, igual que para el encajonamiento final, la variable con la que hemos identificado límites relacionados con la sensación de encajonamiento inicial en el nivel 1, ver apartado 4.5.4.4.

Tabla 4.60. Variables consideradas para el análisis de regresión logística relativo a la sensación de escurrimiento

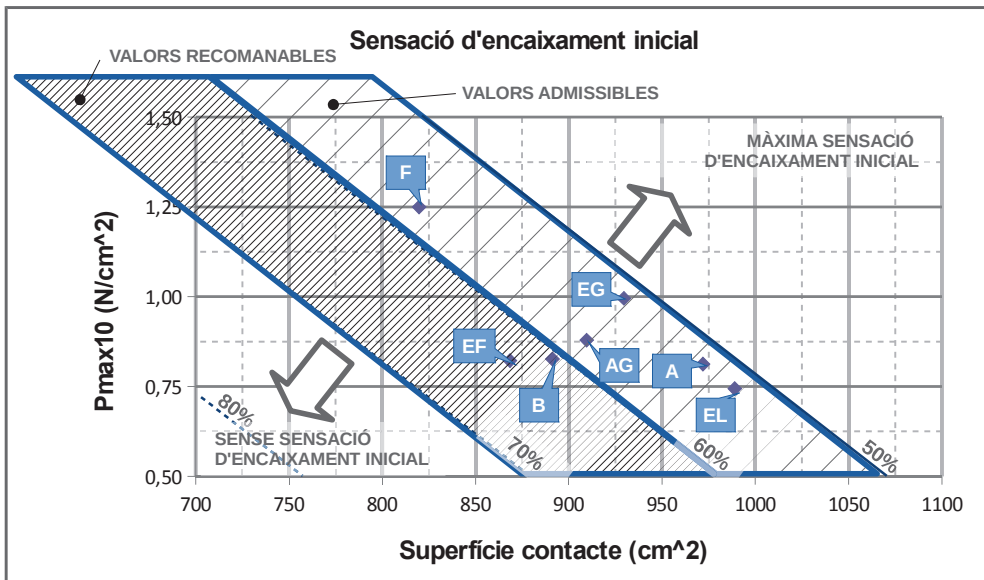
Caracterización del cojín (nivel 1)		Interacción cojín-persona (nivel 2)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Histéresis</b></li> <li>• Grueso 10 segundos</li> <li>• Grueso 20 minutos</li> <li>• Recuperación % 10 seg.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperación % 20 minutos</li> <li>• Profundidad de contorno</li> <li>• Profundidad de sobrecarga</li> <li>• Grueso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Superficie de contacto</b></li> <li>• Índice de distribución</li> <li>• Presión máxima 25</li> <li>• <b>Presión máxima 10</b></li> </ul>

La figura 4.66 representa la sensación de encajonamiento inicial en función de la superficie de contacto y la presión máxima Pmax10, respecto a la sensación final de encajonamiento donde nada más importaba la presión máxima, en el momento inicial influyen tanto la presión máxima como la superficie de contacto, de forma que cojines con fuerza máxima y superficie de contacto más elevada dan lugar a cojines que provocan una sensación mayor de encajonamiento. Hemos identificado como **área recomendable de diseño** la comprendida entre las franjas de probabilidad de no dar sensación de

encajonamiento inicial de entre 60% y 70%, como **área de valores admisibles** la comprendida entre un 50% y un 60%.

En este caso, el comportamiento de la sensación de encajonamiento inicial es opuesto a la sensación de encajonamiento final, si nos fijamos en el efecto que aporta la presión máxima  $P_{max10}$ . Mientras que en el encajonamiento final las presiones máximas reducidas se vinculaban a sensaciones de encajonamiento más altas en el caso del encajonamiento inicial pasa lo contrario. La sensación de encajonamiento es más elevada con las presiones y superficies más altas.

Figura 4.66. Sensación de encajonamiento inicial en función de la superficie de contacto y la presión máxima  $P_{max10}$



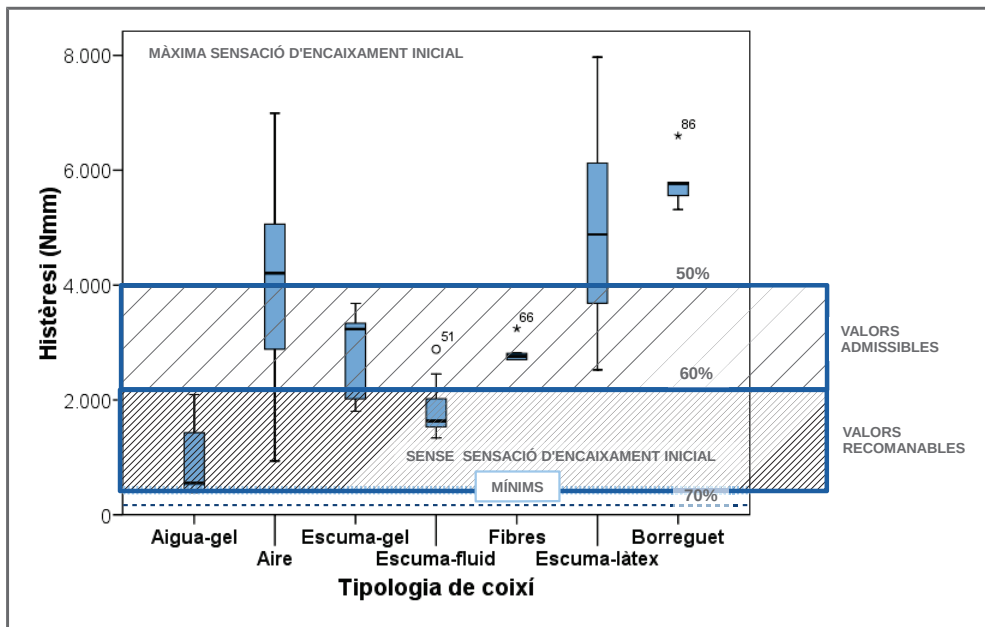
A. Aire / AG. Agua-gel / B. Borreguito / EG. Espuma-gel / EF. Espuma -fluido / EL. Espuma-látex / F. Fibras

#### 4.5.4.4. Encajonamiento inicial. Relación con variables caracterización del cojín (nivel 1)

Como ya hemos indicado en el apartado anterior (4.5.4.3.) la histéresis es la variable de nivel 1 para la que hemos encontrado valores límites relacionados con la sensación de encajonamiento inicial. La figura 4.67 muestra los valores medios para las tipologías diferentes de cojines. En esta caso se da una alta coincidencia entre la relación del valor de histéresis del cojín y la sensación que provoca desde el punto de vista del encajonamiento, tanto inicial como final. Por tanto, a priori, la histéresis del cojín será un mejor

indicador de la sensación de encajonamiento que la fuerza o la superficie porque el sentido de la valoración se mantiene constante en el tiempo.

Figura 4.67. Sensación de encajonamiento inicial en función de la histéresis del cojín



#### 4.5.5. Sensaciones relacionadas con el factor de colapso (F4)

El factor de colapso era el cuarto factor identificado en el análisis factorial. Este factor recoge las variables relacionadas con el amortiguamiento y el hundimiento. Un cojín que colapsa es un cojín sin capacidad de amortiguamiento y que además se hunde mucho. A mayor percepción de colapso, peor es la valoración del cojín en bondad y más alta es la pérdida en valoración, factor de evolución. Sólo se han identificado valores límite, para variables de caracterización de los cojines a nivel 1, relacionadas con el hundimiento del cojín.

##### 4.5.5.1. Sensación de amortiguamiento

A los usuarios les pedíamos que valoraran la sensación de amortiguamiento de los cojines (mucho-poco-nada). Para el análisis de regresión logística hemos agrupado las valoraciones de amortiguamiento (mucho-poco) con respecto a las de no amortiguamiento (nada). Las variables consideradas para el análisis de regresión logística binaria, re-

lativas a la sensación de amortiguamiento, fueron las recogidas en la tabla 4.61, ninguna de estas variables nos permite identificar unos valores límites relacionados con la sensación de amortiguamiento experimentada por los usuarios, incluso la capacidad de amortiguamiento delante de impactos medida con el valor del segundo pico de aceleración.

**Tabla 4.61. Variables consideradas para el análisis de regresión logística relativo a la sensación de amortiguamiento**

Caracterización del cojín (nivel 1)		Interacción cojín-persona (nivel 2)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amortiguamiento de impactos</li> <li>• Histéresis</li> <li>• Grueso 10 segundos</li> <li>• Grueso 20 minutos</li> <li>• Recuperación % 10 seg.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperación % 20 minutos</li> <li>• Profundidad de contorno (PC)</li> <li>• Profundidad de sobrecarga (PS)</li> <li>• Grueso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficie de contacto</li> <li>• Índice de distribución</li> <li>• Presión máxima 25</li> <li>• Presión máxima 10</li> </ul>

#### 4.5.5.2. Sensación de hundimiento

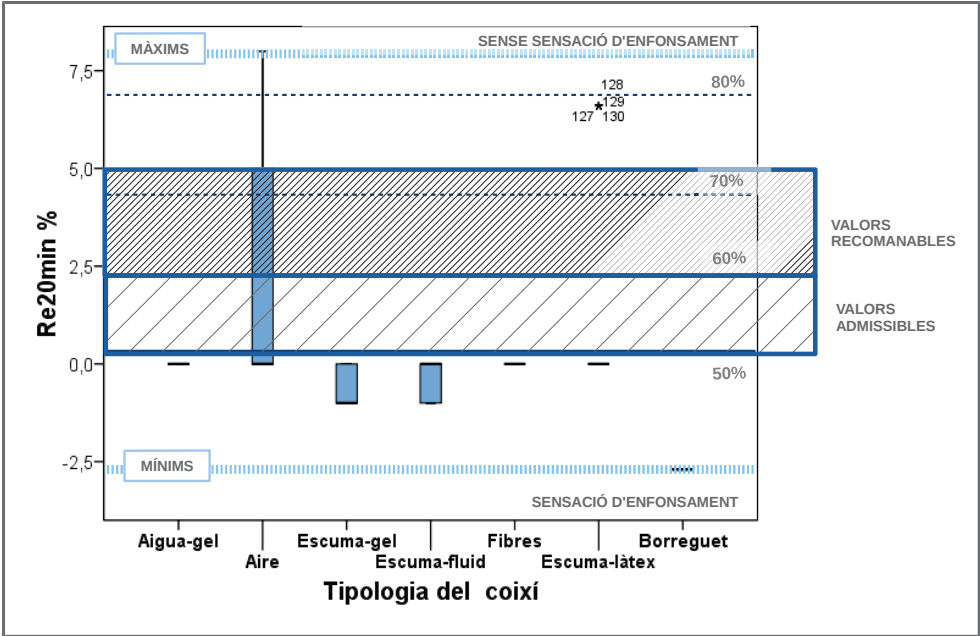
A los usuarios se pedía que valoraran la sensación de hundimiento de los cojines (mucho-poco-nada). Para el análisis de regresión logística hemos agrupado las valoraciones de hundimiento (mucho-poco) respecto a las de no hundimiento (nada). Las variables consideradas para el análisis de regresión logística binaria, relativas a la sensación de hundimiento, fueron las recogidas en la tabla 4.62. El porcentaje de recuperación en el grueso a los 20 minutos nos permite identificar unos valores límites relacionados con la sensación de hundimiento experimentada por los usuarios.

**Tabla 4.62. Variables consideradas para el análisis de regresión logística relativo a la sensación de hundimiento**

Caracterización del cojín (nivel 1)		Interacción cojín-persona (nivel 2)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Histéresis</li> <li>• Grueso 10 segundos</li> <li>• Grueso 20 minutos</li> <li>• Recuperación % 10 seg.</li> <li>• <b>Recuperación % 20 min.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Profundidad de contorno (PC)</li> <li>• Profundidad de sobrecarga (PS)</li> <li>• Grueso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficie de contacto</li> <li>• Índice de distribución</li> <li>• Presión máxima 25</li> <li>• Presión máxima 10</li> </ul>

La figura 4.68 muestra los valores medios para las tipologías diferentes de cojines. La línea del 50% marca los valores de porcentaje de recuperación del grueso que igualan la probabilidad que se dé (o no) sensación de hundimiento.

Figura 4.68. Sensación de hundimiento del cojín en función del porcentaje de recuperación superados 20 minutos



Cuanto mayor es el porcentaje marcado sobre la línea, más posibilidad hay que no produzca sensación de hundimiento. Quizá lo más destacable de este criterio de diseño es, por una parte el comportamiento diferenciado de los cojines de aire con una recuperación porcentual a los 20 minutos positiva, y por otra parte el comportamiento negativo de recuperación a los 20 minutos del cojín de borreguito. Dado que la mayor parte de los cojines se encuentran en un valor 0% o muy próximo a él, de recuperación porcentual pasados 20 minutos quizá lo más conveniente sería analizar con mayor detenimiento qué está pasando en los cojines de aire y los de borreguito.

#### 4.5.6. Sensaciones relacionadas con el factor tamaño-estética (F5)

Este factor recoge las variables relacionadas con el acoplamiento, la estética y el grueso. Los cojines son valorados de forma positiva desde el punto de vista estético cuando tienen un grueso menor y son más bonitos. Que el cojín quepa (acople) de forma adecuada en la silla de ruedas se valora de forma positiva.

##### 4.5.6.1. Sensación de acoplamiento

A los usuarios les pedíamos una valoración del acoplamiento del cojín en el asiento habitual, las respuestas posibles eran suelto, correcto o encajado. Para el cálculo de la regresión logística binaria separábamos entre correcto y encajado. Las variables consideradas para el análisis de regresión logística binaria, relativas a la sensación de hundimiento, fueran las recogidas en la tabla 4.63, el grueso del cojín nos permite identificar unos valores límites relacionados con la sensación de acoplamiento del cojín dentro de la silla de ruedas.

**Tabla 4.63. Variables consideradas para el análisis de regresión logística relativo a la sensación de acoplamiento**

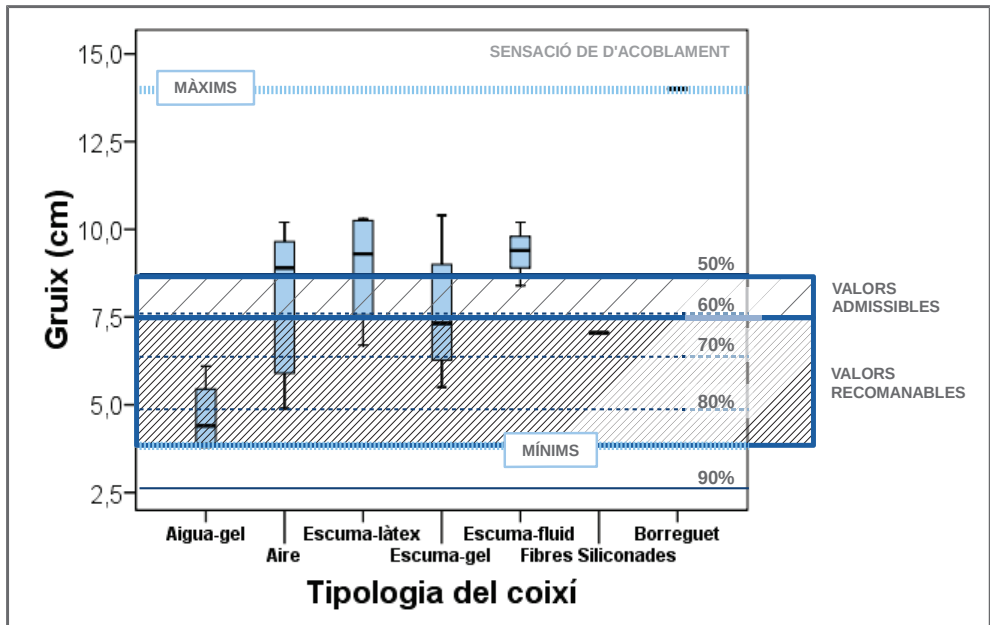
Caracterización del cojín (nivel 1)		Interacción cojín-persona (nivel 2)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anchura</li> <li>• Profundidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Grueso</b></li> </ul>	-

La figura 4.69 muestra los valores de referencia. Las franjas máximas y mínimas delimitan los valores del total de la muestra de los cojines. La línea del 50% marca el valor de grueso de los cojines para los cuales la probabilidad de sensación de acoplamiento iguala la sensación de no acoplamiento. Cuanto mayor es el porcentaje marcado sobre la línea, existe más posibilidad que la valoración del cojín sea correcta. Según los valores representados, el cojín de borreguito sería un cojín que mayoritariamente da sensación de acoplamiento mientras que los cojines de agua-gel estarían dentro del grupo donde la sensación de acoplamiento es más baja. Hemos identificado como **zona de diseño recomendable** la comprendida entre los valores de grueso 3,8cm i 7,59cm, correspondientes respectivamente al valor mínimo de grosor de los cojines de la muestra y al valor de grueso para el cual hay un 60% de posibilidades que la sensación de acoplamiento sea nula. Como **área de valores admisibles** hemos identificado la compren-



cida entre 8,75 cm i 7,5 cm. En esta segunda franja se encuentra un grupo importante de los cojines de aire, espuma-látex y espuma-gel. Quizás lo más reseñable de este criterio sea la gran diferencia en el grueso del cojín de borreguito respecto los de agua-gel.

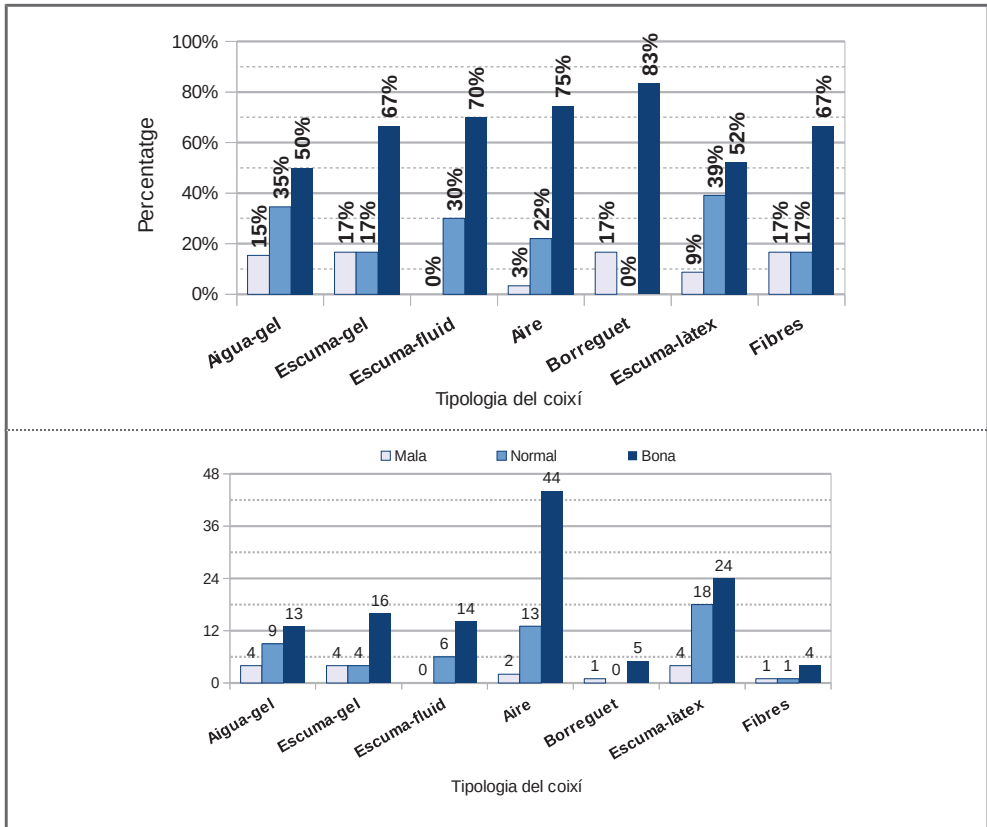
Figura 4.69. Sensación de acoplamiento del cojín en función del grueso del cojín



5.5.6.2. Percepción estética

El cálculo de regresión logística binaria para la percepción estética, considerando como variable categórica la tipología de los cojines muestra como cojines mejor valorados los de espuma-fluido y los de aire. Por contra, los peor valorados serían los de espuma-gel, borreguito, agua-gel y espuma-látex. La figura 4.70 muestra, en la parte superior, la distribución porcentual de la valoración de las diferentes tipologías de cojín referente a la estética. En la parte inferior queda representada la distribución numérica.

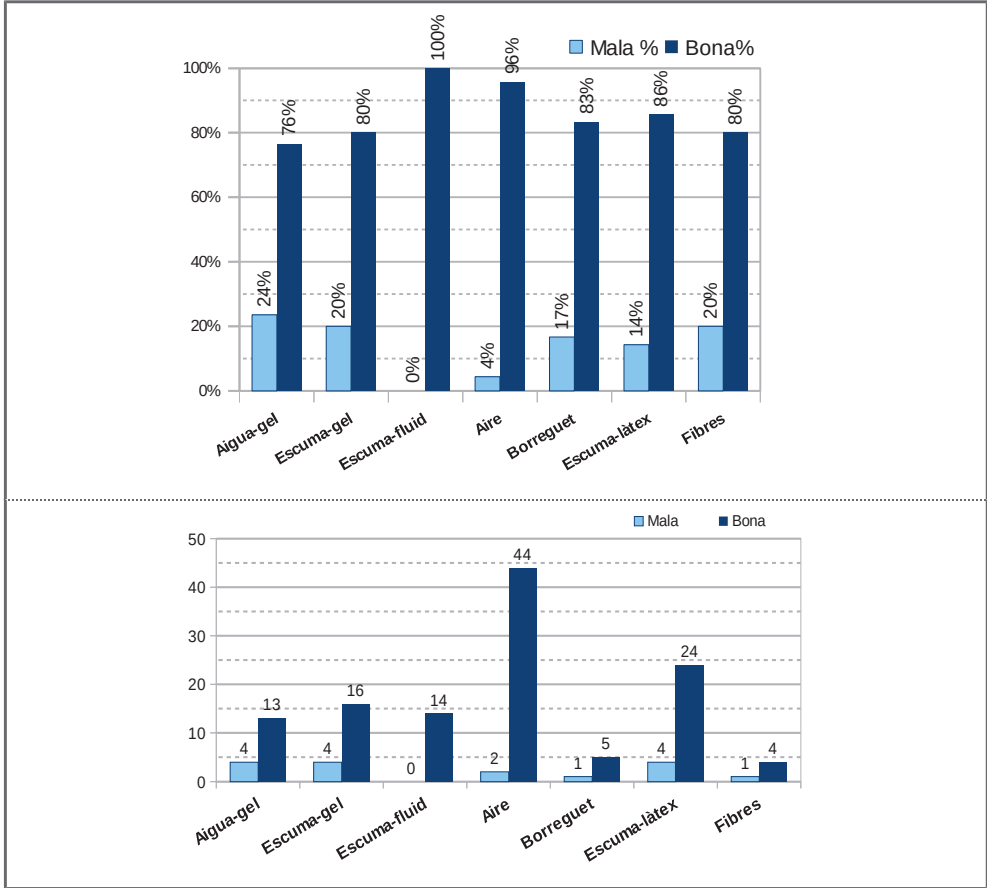
Figura 4.70. Percepción estética de las diferentes tipologías de cojines, distribución porcentual y numérica



Si descartamos la valoración normal, y representamos sólo la valoración mala y buena obtenemos los gráficos de la figura 4.71, en ella los cojines de aire continúan siendo de

los mejor valorados y además el número de valoraciones es claramente superior al resto de tipologías.

**Figura 4.71. Percepción estética de las diferentes tipologías de cojines, considerando sólo las valoraciones mala/buena**



Atendiendo a la regresión logística binaria y a la representación de las figuras anteriores podemos concluir que los cojines de aire y espuma-fluido son los mejor valorados desde el punto de vista estético.

4.5.6.3. Sensación de grueso

A los usuarios les pedíamos que valoraran el grueso del cojín en el asiento habitual, las respuestas posibles eran excesivo, correcto o ligero. Para el cálculo de la regresión logística binaria separábamos entre correcto y excesivo. Las variables consideradas para el análisis de regresión logística binaria, relativas a la sensación de grueso, fueran las recogidas en La tabla 4.64. Sólo el grueso del cojín nos permite identificar unos valores límites relacionados con la sensación de grueso del cojín.

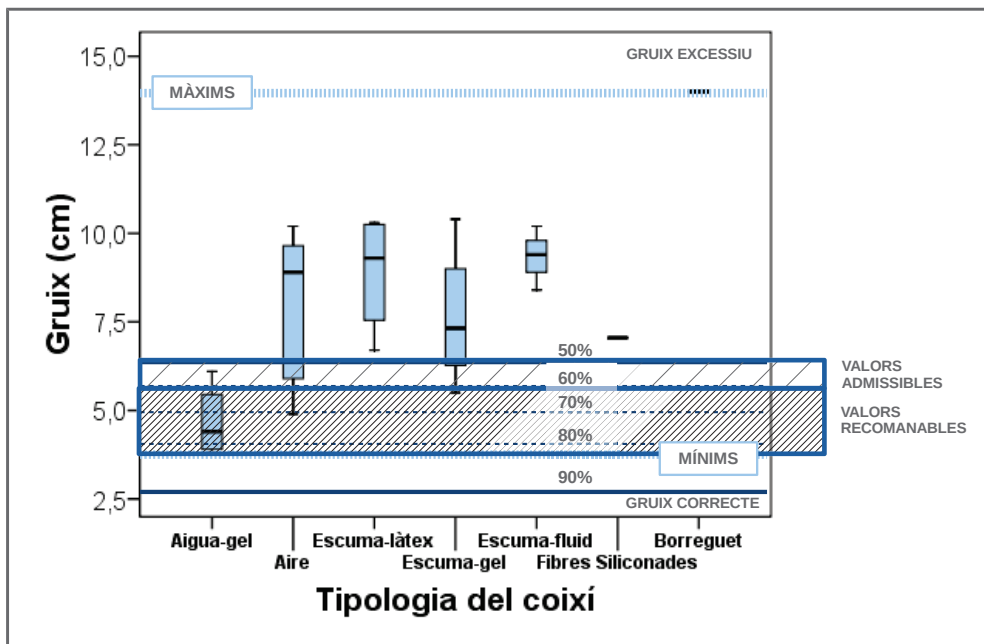
**Tabla 4.64. Variables consideradas para el análisis de regresión logística relativo a la sensación de escurrimiento**

Caracterización del cojín (nivel 1)		Interacción cojín-persona (nivel 2)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grueso 10 segundos</li> <li>• Grueso 20 minutos</li> <li>• Profundidad de contorno (PC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Profundidad de sobrecarga (PS)</li> <li>• <b>Grueso</b></li> </ul>	-

La figura 4.72 muestra los valores de referencia. Las franjas máximas y mínimas delimitan los valores del total de la muestra de los cojines. La línea del 50% marca el valor de grueso de los cojines para el cual la probabilidad de sensación de grueso excesivo iguala la sensación de grueso correcto. Cuanto mayor es el porcentaje marcado sobre la línea, existe más posibilidad que la valoración del cojín sea correcta. Los valores son muy parecidos a los de sensación de acoplamiento. Hemos identificado como **área recomendables de diseño** la comprendida entre los valores de grueso 3,8cm y 7,39cm, correspondientes respectivamente al valor mínimo de grueso de los cojines de la muestra y al valor del grueso para el cual hay un 60% de probabilidades que la sensación del grueso sea correcta. Como **área de valores admisibles** hemos identificado la comprendida entre 8,75 cm y 7,5 cm. En esta segunda franja se encuentra un grupo importante de los cojines de aire, espuma-látex y espuma-gel. Quizás, lo más reseñable de este criterio sea la gran diferencia en el grueso del cojín de borreguet con respecto a los de agua-gel.

Según los valores representados, el cojín de borreguito sería un cojín que mayoritariamente da sensación de grueso excesivo mientras que los cojines de agua-gel estarían dentro del grupo donde la sensación de grueso excesivo es más baja.

Figura 4.72. Percepción del grueso del cojín



#### 4.5.7. Sensaciones relacionadas con el factor de frío-peso (F6)

El factor F6 incluía la sensación de frío y la percepción del peso de los cojines. Para la sensación de frío no hemos encontrado valores límites de las variables de caracterización térmica de los cojines. Para el caso de la sensación del peso sí que hemos identificado valores límites relacionados con el peso.

##### 4.5.7.1. Sensación de frío

La sensación de frío percibida (intenso-ligero-nada) por los usuarios de silla de ruedas no se relaciona con ningún de las variables de la interacción cojín-persona (nivel 2) ni de caracterización de los cojines (nivel 1). Las variables consideradas para el análisis de regresión logística binaria fueran las recogidas en la tabla 4.65, con la consideración necesaria que los valores de las variables de la interacción cojín-persona (nivel 2) fueran obtenidas con tres personas sanas y no con usuarios de silla de ruedas.

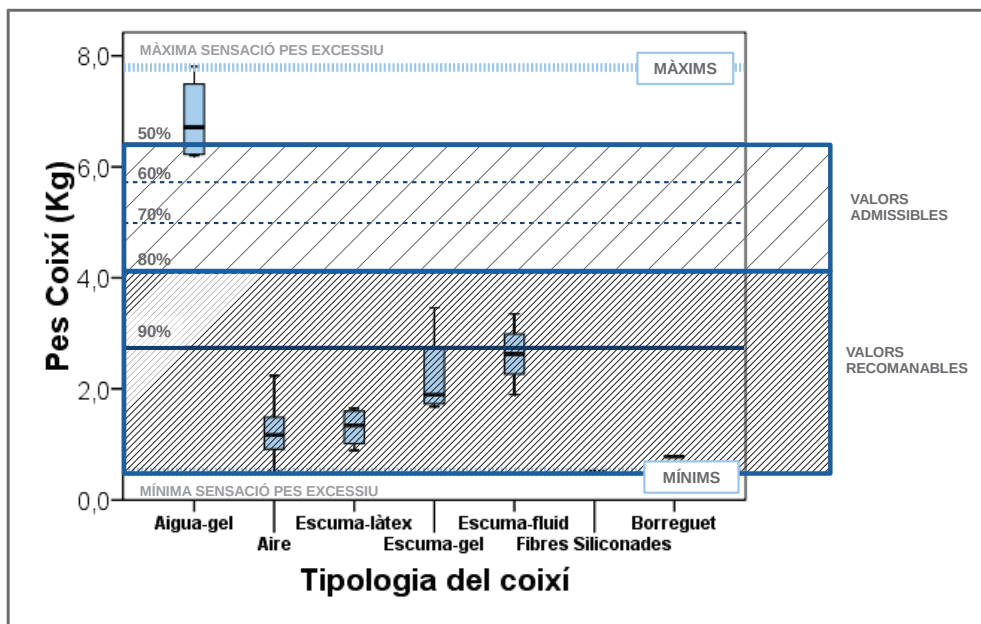
Tabla 4.65. Variables utilizadas en el análisis de regresión logística relativo a la sensación de frío

Caracterización del cojín (nivel 1)	Interacción cojín-persona (nivel 2)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad calorífica</li> <li>• Conductividad</li> <li>• Tiempo de latencia</li> <li>• Grado de estabilización</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento de temperatura (<math>\Delta T</math>)</li> <li>• Temperatura final (T40)</li> <li>• Incremento de humedad (<math>\Delta H</math>)</li> <li>• Humedad final (H40)</li> </ul>

4.5.7.1. Sensación del peso

La sensación del peso para los usuarios de silla de ruedas se relaciona claramente con el valor del peso de los cojines. Cojines con peso más alto dan sensación de peso más elevadas. La clasificación separaría claramente los cojines de agua-gel del resto de los cojines. La única variable que se ha tenido para el cálculo de la regresión logística binaria, con respecto a la sensación de peso, ha sido el peso del cojín. La figura 4.73 muestra los valores de referencia. Las franjas máximas y mínimas delimitan los valores del total de la muestra de los cojines.

Figura 4.73. Sensación de peso de los cojines en función del peso



---

La línea del 50% marca el valor de peso de los cojines para el cual la probabilidad de sensación de peso excesivo iguala la sensación de peso correcto. Cuanto mayor es el porcentaje marcado sobre la línea, existe más posibilidad que la valoración del cojín sea correcta. Hemos identificado como área razonable de diseño la comprendida entre los valores de peso menores a 4,1kg hasta 0,5kg, correspondientes respectivamente al valor para el cual existe un 80% de probabilidad que la sensación del peso sea correcta y el valor mínimo del peso de los cojines evaluados. Estos valores indicarían, que a priori, el peso no es un elemento crítico para la mayoría de los cojines y que por tanto se podría aumentar el mismo si eso permitiera mejorar otros aspectos del cojín.





---

# Capítulo 5

## Discusión

### Introducción

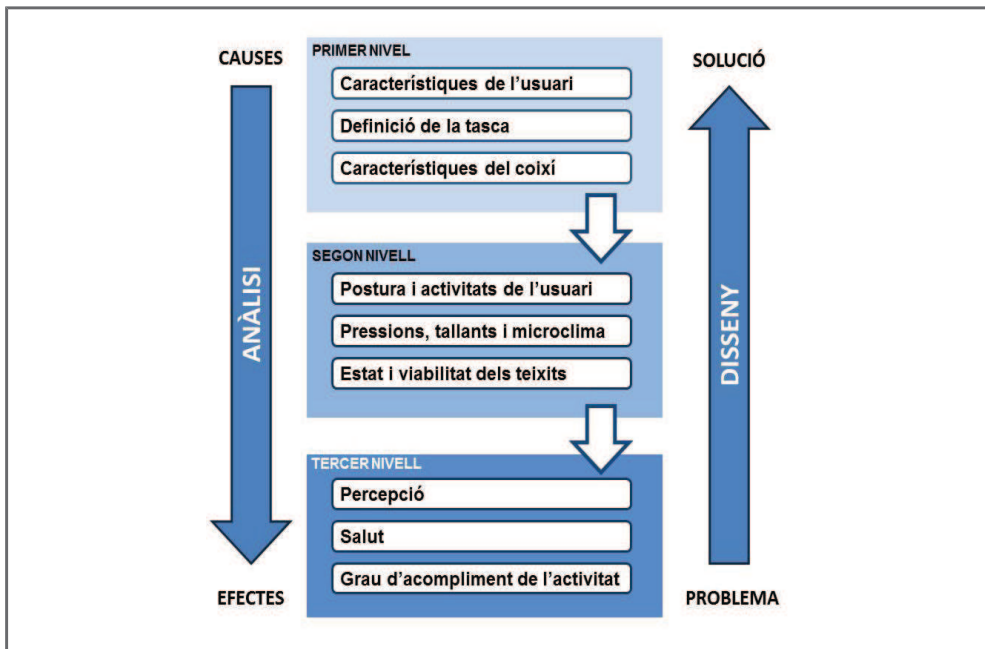
Este capítulo, previo a las conclusiones, recoge los resultados más destacados, desarrollados en el apartado anterior, y los pone en el contexto, cuando ha sido posible, de otros trabajos ya publicados en la literatura científica tanto en el ámbito específico de los cojines antiescaras como en el campo más genérico del desarrollo y validación de productos con participación de usuarios.

El punto 5.1. de este capítulo destaca la aproximación metodológica del modelo causa-efecto con tres niveles de evaluación. El punto 5.2. discute los aspectos globales de las personas y los cojines del estudio correspondientes al primer nivel de evaluación. El punto 5.3. continúa en el primer nivel de evaluación pero incide en los elementos específicos tanto referidos a microclima como a presiones y caracterización mecánica. Por su parte el punto 5.4. discute los resultados de la valoración de la interacción cojín-persona. Finalmente, el punto 5.5. presenta los criterios de diseño alcanzados, consecuencia de considerar la percepción y opinión de los usuarios.

### 5.1. Aproximación metodológica

Una de las novedades de este trabajo de investigación ha sido la aplicación del modelo causa-efecto (figura 5.1). Este modelo, hace tiempo que ha sido utilizado con éxito en ámbitos como el mobiliario (García et al. 1992; Vergara Monedero 1998), el calzado (A. C. García et al. 2001) o la automoción (Solaz 2005). Sin embargo, no hemos encontrado en la revisión bibliográfica ningún artículo que utilice esta aproximación de forma explícita en el ámbito de los cojines. El uso de este modelo es importante porque permite influir en el comportamiento de la interacción cojín-persona y en las consecuencias que esta interacción provoca en los usuarios a partir de los elementos de diseño y configuración del cojín.

Figura 5.1. Proceso de evaluación y generación de criterios de diseño de mobiliario



Elaborado y adaptado a partir (García et al. 1992; Vergara Monedero 1998)

En la revisión bibliográfica no hemos encontrado ningún trabajo que cubriera los tres niveles de evaluación. Sí que hemos encontrado, sin embargo, publicaciones que presentan relaciones entre al menos dos de los niveles de evaluación. Este tipo de trabajos se han centrado sobre todo en el análisis de las relaciones entre las variables del primer

y segundo nivel. La tabla 5.1 destaca algunos de estos estudios e identifica los aspectos más importantes analizados; por ejemplo, la influencia de los materiales o la existencia de una preforma en las presiones de la interfaz cojín-persona.

Tabla 5.1. Ejemplos de estudios que han analizado la relación entre variables de niveles diversos de evaluación

Niveles	Descripción y trabajos identificados
<b>1er – 2o nivel</b>	<b>Influencia de los materiales del cojín en las presiones y condiciones de microclima en la interfaz cojín-persona</b> (Stockton and Rithalia 2009)
	<b>Influencia de la preforma del cojín en las presiones en la interfaz cojín-persona</b> (Tasker et al. 2014)
	<b>Influencia del posicionamiento de la persona en la silla de ruedas/cojín en las presiones en la interfaz cojín-persona</b> (Hobson and Tooms 1992; Mohsen Makhsous et al. 2007; Smit et al. 2013; Coggrave and Rose 2003; Henderson et al. 1994)
	<b>Influencia del posicionamiento de la persona en la silla de ruedas / cojín en el flujo sanguíneo</b> (Smit et al. 2013; Coggrave and Rose 2003; Henderson et al. 1994)
	<b>Influencia de la tipología del cojín en la temperatura en la interfaz cojín-persona</b> (Ferrarin and Ludwig 2000)
	<b>Influencia de la tipología del cojín en las presiones en la interfaz cojín-persona</b> (A. Gil-Agudo et al. 2009; Ferrarin, Andreoni, and Pedotti 2000)
	<b>2o – 3er nivel</b>
<b>1er – 3er nivel</b>	<b>Influencia de la personalización de la forma de la interfaz cojín-persona en el confort del usuario</b> (Tasker et al. 2014)

La tabla 5.1 no es una enumeración exhaustiva de los estudios de cojines presentes en la bibliografía, en función de los niveles de análisis en los que se inscriben. Sin embargo, sí representa claramente el predominio de los estudios que analizan la relación entre variables de primer y segundo nivel, mientras que cuesta encontrar estudios de cojines donde se pregunte la opinión de los usuarios.

Desde la perspectiva del confort, las conclusiones del estudio de (Stockton and Rithalia 2009) podemos resumirlas en los puntos siguientes:

- Los cojines que los usuarios encontraron más confortables, no necesariamente fueron los que aportaban valores de presión más reducidos
- Si el usuario abandonaba el uso de alguno de los cojines era invariablemente el cojín más blando.
- Los usuarios de sillas de ruedas identificaban incomodidad solamente al finalizar dos días continuos de uso.

La primera de las afirmaciones anteriores no permite definir criterios de diseño concretos, pero vendría a señalar de forma implícita, que el confort es una sensación del usuario que depende de más de una variable, y también que el valor de la presión en la interfaz cojín-persona no es suficiente para explicar la sensación (o no) de incomodidad. Para profundizar más en este aspecto, en el presente trabajo de investigación se ha realizado un análisis factorial de agrupación de las variables en factores y de la importancia-frecuencia de los diferentes factores específicos en la valoración global de los cojines, factores de bondad y evolución.

La segunda de las afirmaciones presenta la dificultad de saber cuando el cojín es suficientemente blando para producir el rechazo de la persona. Si no sabemos este valor es difícil establecer criterios de diseño.

La última de las conclusiones del estudio de (Stockton and Rithalia 2009) resulta sorprendente. Dos días enteros parece un tiempo excesivo para que aparezca la percepción de incomodidad; mas si tenemos en cuenta que en este trabajo de investigación, con ensayos que duraban menos de dos horas, el 25% de las personas definieron la comodidad final de los cojines como mala, ver figura 4.30.

Por su parte el estudio de (Tasker et al. 2014) concluye que la personalización de la forma del cojín en la interfaz cojín-persona incrementa la sensación de confort. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que este estudio se realiza con personas sanas, con todas las dificultades que puede suponer trasladar estas conclusiones a personas en silla de ruedas.

En resumen, desde la perspectiva de la aproximación metodológica existe una falta de conocimiento importante en la conexión de la percepción del usuario con las características del cojín y de las variables que definen la interacción cojín-persona.

## 5.2. Primer nivel de evaluación. Aspectos globales de las personas participantes en el estudio y los cojines estudiados

Este punto compara las personas participantes en el estudio y los cojines incluidos respecto otros trabajos publicados. Además, resume los resultados más destacados.

### 5.2.1. Comparativa, desde una perspectiva global, con otros trabajos identificados en la bibliografía

Treinta y cuatro personas en silla de ruedas participaron en el estudio, además de las tres personas sanas que participaron en la evaluación de microclima. Estos datos representa un número importante de personas respecto a otros estudios, donde el número de usuarios o cojines era más reducido. La tabla 5.2 lista algunos de estos estudios.

Tabla 5.2. Ejemplos de estudios con participación de usuarios en la evaluación de cojines

Estudio	cojines	Usuarios
<b>(Stewart, Palmieri &amp; Cochran 1980)</b> Microclima (humedad y temperatura)	<b>24 cojines</b> Tipologías: espuma viscoelástica / gel / agua	<b>1 hombre sano</b>
<b>(Ferguson-Pell 1998)</b> Microclima (temperatura)	<b>4 cojines</b> Tipologías: aire / agua / espuma / gel	<b>1 hombre sano</b>
<b>(S. H. Sprigle &amp; Eicholtz 2009)</b> Microclima (humedad y temperatura)	<b>4 cojines</b> espuma-gel / aire espuma poliuretano espuma impregnada silicona	<b>1 hombre sano</b>
<b>(Angel Gil-Agudo et al. 2010)</b> Presiones	<b>4 cojines</b> Tipologías: aire doble compartimiento / aire perfil bajo / aire perfil alto / espuma-fluido	<b>48 usuarios</b> 10 mujeres + 38 hombres (lesionados medulares)
<b>(Stockton &amp; Rithalia 2009)</b> Estudio de microclima (humedad y temperatura) y presiones	<b>5 cojines</b> Tipologías: aire + espuma / espuma viscoelástica + alta densidad / gel base acuosa sobre espuma-fluido / gel viscoelástico sobre espuma	<b>5 usuarios</b> 4 mujeres + 1 hombre (espina bífida / enfermedad respiratoria + osteoartritis / accidente cardiovascular / artritis reumatoide)

Los trabajos de la tabla 5.2, exceptuando el de (Angel Gil-Agudo et al. 2010), implican un número muy reducido de usuarios y además en muchos se trata de personas sanas. La representación de tipologías diferentes de cojines también es reducida. Stewart, Palmieri & Cochran (1980) analizan una muestra amplia de cojines, pero usando sólo un sujeto sano. Estos enfoques limitan la representatividad de los estudios, ya que o bien no se analizan las combinaciones de características disponibles o bien no se analiza una muestra suficiente para obtener resultados generalizables.

En esta tesis se ha intentado conseguir estos dos objetivos de representatividad, tanto en lo referente a la muestra como en lo relativo a obtener una buena representación de los cojines existentes en el mercado, condición necesaria para poder analizar, entre otras cosas, las oportunidades de mejora y definir prioridades en los criterios de diseño.

El traslado de los valores adquiridos con personas sanas a personas en silla de ruedas es complejo. De hecho, hay estudios que han detectado diferencias entre personas mayores y personas con lesión medular (Brienza & Karg 1998).

### **5.2.2. Caracterización de las personas desde la perspectiva de la edad**

La edad media de las personas participantes en el estudio es de 47 años, con una desviación estándar de 9 años y un rango que comprende entre 26 y 67 años. Son valores próximos a los de otros trabajos (Poveda Puente et al. 1998; Paquete and Feathers 2004); pero diferentes a los de otros estudios que evalúan el conjunto de la población en silla de ruedas, con edad media y moda próximas a los 70 y 80 años respectivamente (Sapey, Stewart, and Donaldson 2004; Vignier et al. 2008).

### **5.2.3. Caracterización de las personas desde la perspectiva funcional y salud**

La tabla 5.3 recoge los datos más destacados de la caracterización funcional y salud de las personas en silla de ruedas que han participado en este el estudio. En general, presentan un grado importante de dependencia y lesión; con elevados porcentajes de personas con baja sensibilidad, problemas de incontinencia o presencia de deformidades.

Así, si comparamos con el estudio de (Poveda Puente et al. 1998) hablaríamos de una población con peor condición física, salud y grado de dependencia, así como riesgo de desarrollar úlceras. Uno de los motivos principales de inclusión de usuarios en el trabajo de (Poveda Puente et al. 1997) fue que fueran personas activas. Por contra, en este estudio se buscaban personas con un riesgo mayor de desarrollar úlceras. Con respecto

a otros estudios destaca la variedad en los perfiles de usuarios. Habitualmente los trabajos publicados se centran en colectivos más homogéneos como personas con lesión medular (Gil-Agudo et al. 2009) o personas mayores (Geyer et al. 2001).

**Tabla 5.3. Resumen de las características más importantes de las personas participantes en el estudio desde la perspectiva funcional y de salud**

<b>Caracterización funcional y salud</b>	
<b>Sensibilidad en los miembros inferiores e incontinencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El 25% de las personas del estudio no tenían sensibilidad en los miembros inferiores</li> <li>• El 59% tenían problema de incontinencia</li> <li>• El 28% tenía problemas de incontinencia urinaria y fecal</li> </ul>
<b>Deformidades y postura sedente «correcta»</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El 44% de las personas del estudio presentaban algún tipo de deformidad</li> <li>• El 59% presentaba desviaciones importantes con respecto a la sedestación correcta</li> </ul>
<b>Dependencia para realizar alguna de las actividades propuestas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El 71% necesitaba ayuda importante o no podía realizar la actividad propuesta (impulsión, pulsión, traslado de peso, transferencia).</li> </ul>
<b>Problemas de comunicación y discapacidad cognitiva</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El 26% presentaba problemas de comunicación</li> <li>• El 12% presentaba alguna discapacidad cognitiva</li> </ul>
<b>Enfermedades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entre el 20%-30% de las personas sufrían tetraplejía, tetraparesia o ataxia de Friedreich</li> <li>• Entre el 10%-20% de las personas sufrían lesión medular, parálisis cerebral, espasticidad, pérdida de equilibrio, hemiplejía, esclerosis múltiple o pérdida de visión</li> </ul>
<b>Riesgo de desarrollar úlceras por presión (Braden-Bergston)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El 35% de las personas presentaba un riesgo elevado</li> <li>• El 21% de las personas presentaba un riesgo moderado</li> <li>• El 44% de las personas presentaba un riesgo bajo</li> </ul>

#### **5.2.4. Los cojines evaluados en el estudio**

Este trabajo de investigación ha analizado 25 cojines agrupados por tipologías según los materiales de composición. Así, teníamos cojines de agua-gel, aire o espuma-látex, también cojines de espuma-gel y espuma-fluido, así como de borreguito y fibras. Se han excluido los cojines de estructura de panal de abejas, alternantes y a medida. Igualmente, se han excluido los cojines combinados asiento-respaldo. La agrupación por tipología según los materiales es una clasificación muy extendida, utilizada por ejemplo por (Pierre Dussault 2004). Los estudios que hemos encontrado a la literatura mayoritariamente se centran en un número reducido de usuarios y de cojines, como ya hemos visto en la tabla 5.2.

### 5.3. Primer nivel de evaluación. Aspectos específicos

Este apartado recoge los elementos más destacados de los cojines y los pone en el contexto de otros trabajos publicados en la bibliografía desde el punto de vista de la caracterización, primer nivel, tanto de microclima como a presiones y caracterización mecánica.

#### 5.3.1. Caracterización a microclima de los cojines

Las variables analizadas para el primer nivel, referidas a microclima, fueron: la capacidad calorífica y la conductividad, calculadas de forma teórica, y el tiempo de latencia y grado de estabilización, evaluadas mediante un ensayo de laboratorio siguiendo un proceso semejante al empleado por (López Torres, 2004) para la caracterización térmica de colchones. La tabla 5.4 recoge los resultados más destacados.

Tabla 5.4. Resultados más destacados desde el punto de vista de caracterización de los cojines a microclima

VARIABLE	ASPECTOS A DESTACAR
<b>capacidad calorífica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• los cojines de agua-gel tienen la capacidad calorífica más alta.</li> <li>• la incorporación de gel y materiales fluidos en los cojines de base de espuma eleva la capacidad calorífica con respecto a los cojines de espuma-látex y aire.</li> </ul>
<b>Conductividad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• la conductividad de los cojines de agua-gel es la más alta, en el resto de cojines el efecto de la espuma o del aire determina unos valores bajos de conductividad.</li> </ul>
<b>Tiempo de latencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• los cojines de espuma-fluido fueran los cojines con mayor tiempo de latencia. Algunos presentaban una base rígida de polietileno que podría haber actuado como aislante.</li> <li>• los cojines de aire y de agua fueron los cojines con menor tiempo de latencia.</li> </ul>
<b>Grado de estabilización</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• los cojines de agua-gel y aire fueron los cojines con grado de estabilización mayor.</li> <li>• Los resultados del grado de estabilización, juntamente los del tiempo de latencia, confirmarían el funcionamiento de la convección para los cojines de aire, diferenciándolos de los cojines con base de espuma.</li> </ul>

En la revisión bibliográfica no se han identificado estudios que afrontaran la caracterización de los cojines en el primer nivel, ni de forma teórica ni experimental. Se trata de un resultado sorprendente si comparamos, por ejemplo, con la importancia y la madu-



rez de los estudios teóricos de caracterización a humedad y temperatura en ámbitos como la construcción (Guillén et al. 2014; Cabeza et al. 2014), los procesos industriales (Ross-Pinnock and Maropoulos 2015) o incluso indumentaria deportiva (Martínez et al. 2009) o laboral (Nayak, Houshyar, and Padhye 2014).

### 5.3.2. Caracterización mecánica y a presiones de los cojines

Las variables analizadas para el primer nivel, relacionadas con la caracterización mecánica y el comportamiento a presiones fueron: las referidas a las dimensiones generales y peso, las relacionadas con la medida de presiones con un maniquí y, finalmente, otras variables de caracterización mecánica.

#### 5.3.2.1. Dimensiones generales de los cojines

Los cojines utilizados en el estudio eran las muestras más vendidas por los fabricantes. Entre los cojines hay una gran variación en los valores de las dimensiones y el peso, tal como queda recogido en La tabla 5.5. La divergencia mayor se da para el peso donde el cojín más pesado, 7,8 kg, supera en quince veces el peso del cojín más ligero, 0,5 kg. El grueso del cojín también tiene un rango amplio de valores, desde los 3,8 cm a los 14 cm.

Tabla 5.5. Rangos de las variables de caracterización dimensional de los cojines

Variable	Rango de variación
<b>Grueso</b>	• de los 3,8 cm de un cojín de agua a los 14 cm del cojín de borreguito
<b>Anchura</b>	• de los 36,5 cm de un cojín de aire a los 48,2 cm de un cojín de agua
<b>Profundidad</b>	• de los 36,5 cm de un cojín de aire a los 48,2 cm de un cojín de agua
<b>Superficie</b>	• de los 2053 cm <sup>2</sup> de un cojín de agua a los 1328 cm <sup>2</sup> de un cojín de aire
<b>Peso</b>	• de los 0,5 kg del cojín de fibras a los 7,8 kg del cojín de agua

El hecho de que no exista una proporcionalidad entre las dimensiones de anchura y profundidad de los cojines, los cojines más anchos no son los más profundos, como hemos visto a el apartado de resultados, podría indicar la falta de un criterio único con respecto al tallado de los cojines. Este sería un elemento interesante de investigación, las dimensiones idóneas de los cojines en función de la silla de ruedas y de las dimensiones de los usuarios.

5.3.2.2. Presiones y variables relacionadas

El hecho de que la presión haya estado reconocida como el factor extrínscico más importante involucrado en el desarrollo de úlceras por presión por muchos años (International Review 2010) ha hecho que muchos estudios se hayan centrado en el análisis de la presión en la interfaz cojín-persona. Estos estudios son complicados porque los usuarios de silla de ruedas son personas con un elevado riesgo de ulceración. Esto último ha favorecido el desarrollo de maniqués diversos de glúteos para suplir la persona en silla de ruedas (Staarink 1995; Sprigle 2003; Akins, Karg, and Brienza 2011). El maniquí utilizado en este estudio, lo desarrolló la empresa norteamericana Beneficial Designs dentro de los trabajos del comité de normalización ISO TC-173 relativos al desarrollo de normas para cojines antiescaras. La tabla 5.6 presenta los rangos de las variables de caracterización del comportamiento a presiones de los cojines medidos con este maniquí. Las variables calculadas fueron la superficie de contacto, el índice de distribución y las presiones máximas Pmax25 y Pmax10.

Tabla 5.6. Valor de las variables de caracterización a presiones de los cojines

Variable	Rango de variación
<b>Superficie de contacto</b>	• de los 426 cm <sup>2</sup> del cojín C13 de espuma-fluido a los 991 cm <sup>2</sup> del cojín C01 de aire
<b>Índice de distribución</b>	• de los 17,5 % del cojín C15 de fibras al 96,8% % del cojín C13 de espuma-fluido
<b>Presión máxima Pmax25</b>	• de los 0,49 N/cm <sup>2</sup> del cojín C03 de agua a los 1,27 N/cm <sup>2</sup> del cojín C13 de espuma-fluido
<b>Presión máxima Pmax10</b>	• de los 0,61 N/cm <sup>2</sup> del cojín C25 de espuma látex a los 1,62 N/cm <sup>2</sup> del cojín C13 de espuma-fluido

Por su parte, la tabla 5.7 recoge las conclusiones derivadas del análisis de correlaciones y ANOVA entre estas variables y las del primer nivel de caracterización.

**Tabla 5.7. Relaciones entre las variables de caracterización a presión de los cojines**

<b>Pmax25 y Pmax10 suben cuando...</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuye la superficie de contacto</li> <li>• Aumenta el índice de distribución de presiones</li> </ul>
<b>Los cojines de perfil alto de aire con respecto a los de perfil bajo de aire...</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentan en un 23% la superficie de contacto</li> <li>• Reducen en un 32% el índice de distribución de las presiones, menor concentración de presiones en la zona isquial</li> <li>• Reducen en un 36% el valor de Pmax25</li> <li>• Reducen en un 43% el valor de la presión Pmax10</li> </ul>

Es difícil encontrar estudios publicados con los que comparar nuestros resultados, por una parte no coinciden los cojines evaluados y por otra, la metodología de evaluación puede ser muy diferente. La tabla 5.8 recoge los aspectos más destacados del estudio publicado por (Akins, Karg, and Brienza 2011) en un trabajo donde medía cortantes, presiones y rigidez horizontal de un conjunto de 21 cojines de tipologías diferentes con un maniquí.

**Tabla 5.8. Resultados más destacados del estudio de (Akins, Karg, and Brienza 2011)**

<b>Aspectos generales</b>	
Evaluación de 21 cojines comerciales con una metodología que medía de forma combinada los cortantes, las presiones y la rigidez horizontal. El total de los 21 cojines los agruparon en cuatro categorías: espuma-fluido, aire, espuma-látex y panal de abejas. Se utiliza un maniquí.	
<b>Cortantes</b>	<b>Presiones</b>
Los valores de los cortantes, de menor a mayor, en función de la tipología del cojín, fueron los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espuma-fluido</li> <li>• Aire</li> <li>• Espuma-látex</li> <li>• Panal de abejas</li> </ul>	Los valores de las presiones, de menor a mayor, en función de la tipología del cojín, fueron los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aire</li> <li>• Espuma-fluido</li> <li>• Espuma-látex</li> <li>• Panal de abejas</li> </ul>
<b>Rigidez Horizontal</b>	
Los valores de rigidez horizontal de menor a mayor, en función de la tipología del cojín, fueron los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espuma-fluido / Aire / Panal de abejas</li> <li>• Espuma-látex</li> </ul>	

Por su parte, la tabla 5.9 compara los resultados de (Akins, Karg, and Brienza 2011) con los del presente estudio. Una posible conclusión, de la comparación de nuestro estudio con el de (Akins, Karg, and Brienza 2011), sería que coinciden en el orden de diferenciación entre los cojines de espuma-fluido y los de aire, siendo los segundos los que dan valores de presión inferiores. Este orden no se mantiene cuando comparamos los cojines de espuma-fluido con los de espuma-látex. En nuestro caso los cojines de espuma-látex se comportan mejor a presión que los de espuma-fluido. Esta diferencia se justificaría por el uso de metodologías y cojines diferentes.

Tabla 5.9. Comparación de los resultados de (Akins, Karg, and Brienza 2011) con esta investigación

Tipología cojín	(Akins, Karg, and Brienza 2011)	Trabajo presente
<b>Presiones</b>	<u>PRESIONES MÁXIMAS</u> • panal de abejas	<u>PRESIONES MÁXIMAS</u> • espuma-fluido / Fibras
	<u>PRESIONES MÍNIMAS</u> • aire	<u>PRESIONES MÍNIMAS</u> • agua-gel / aire / espuma-látex / borreguito
	<u>VALORES INTERMEDIOS</u> • espuma-fluido / espuma-látex	<u>UBICADO EN LOS DOS GRUPOS</u> • espuma-gel

### 5.3.2.3. Otros parámetros de caracterización mecánica

La tabla 5.10 presenta un resumen de los valores del resto de las variables de caracterización mecánica de los cojines agrupadas en función del ensayo mecánico realizado. Para el caso concreto de la rigidez horizontal hemos comparado nuestros resultados con los de (Akins, Karg, and Brienza 2011), aunque resulta complicado obtener resultados concluyentes por la diversidad de cojines evaluados y metodología aplicada. La tabla 5.11 recoge los términos de esta comparación donde puede verse que el rango de valores para la rigidez horizontal se encuentran dentro de un mismo orden de magnitud.

La principal dificultad implícita de las variables analizadas en este apartado es su interpretación en términos clínicos (Ferguson-Pell et al. 2005). Esta dificultad de interpretación continúa aunque se demuestre la validez de los ensayos propuestos por la ISO, por ejemplo, en referencia al ensayo de impactos (S. Sprigle, Chung, and Meyer 2010) o de profundidad de contorno y sobrecarga (Sprigle and Press 2003). En la revisión bibliográfica no hemos encontrado publicaciones que hicieran referencia a los valores de histéresis o recuperación mecánica del cojín.

Tabla 5.10. Valor de las variables de caracterización a presiones de los cojines

Ensayo	Variable	Valores
<b>Rigidez horizontal</b>	• Fuerza máxima horizontal	• De los 93,8 N del cojín C12 de espuma-fluido a los 285,0 N del cojín C01 de agua
	• Fuerza horizontal pasados 60 según	• De los 74,5 N del cojín C12 de espuma-fluido a los 228,8 N del cojín C01 de agua
<b>Histéresis</b>	• Histéresis	• De los 0,39 Nm del cojín C01 de agua a los 7,97 Nm del cojín C20 de espuma-látex
<b>Amortiguamiento a impactos</b>	• Valor de la aceleración del segundo pico después del impacto	• De los 0,00 g del cojín C17 de espuma-látex a los 7,97 g del cojín C07 de aire
<b>Profundidad de contorno y sobrecarga</b>	• Profundidad de contorno	• De los 17 mm del cojín C14 de espuma-fluido a los 86 mm del cojín C19 de borreguito
	• Profundidad de sobrecarga	• de los 19 mm del cojín C13 de espuma-fluido a los 87 mm del cojín C19 de borreguito
<b>Recuperación de la deformación</b>	• Grueso pasados 10 segundos	• De los 25 mm del cojín C01 de agua a los 96 mm del cojín C25 de espuma-látex
	• Grueso pasados 20 minutos	• De los 25 mm del cojín C01 de agua a los 103 mm del cojín C25 de espuma-látex
	• Porcentaje de recuperación pasados 20 minutos	• De los -2,7 % del cojín C19 de borreguito a los 8 % del cojín C03 de aire

Tabla 5.11. Comparación de los resultados de (Akins, Karg, and Brienza 2011) con esta investigación

Tipología cojín	(Akins, Karg, and Brienza 2011)	Trabajo presente
<b>Rigidez horizontal</b> (orden)	<u>RIGIDEZ HORIZONTAL MÍNIMA</u> • espuma-fluido / Aire / Panal de abejas	<u>RIGIDEZ HORIZONTAL MÍNIMA</u> • Aire / espuma-gel / espuma-fluido / Fibras / borreguito
	<u>RIGIDEZ HORIZONTAL MÁXIMA</u> • espuma-látex	<u>RIGIDEZ HORIZONTAL MÁXIMA</u> • Agua-gel <u>UBICADO EN LOS DOS GRUPOS</u> • espuma-látex
<b>Rigidez horizontal</b> (rango de los valores medios)	150N-250N	110N-225N

En el apartado 5.5. identificaremos algunas relaciones entre niveles de evaluación, siguiendo el modelo causa-efecto, que permiten relacionar algunos de estos valores con la influencia que tienen sobre la percepción experimentada por los usuarios de los cojines. Y finalmente, obtener criterios de diseño.

#### 5.3.2.4. Relaciones entre las variables de caracterización mecánica y a presiones

La tabla 5.12 recoge las relaciones más destacadas entre las variables de caracterización de los cojines, incluidas las dimensionales. Todas ellas pertenecen al primer nivel de evaluación.

**Tabla 5.12. Relaciones entre las variables de caracterización mecánica y a presiones del primer nivel de evaluación**

<b>Cuando el grueso crece suben...</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• el grueso pasados 10 segundos, G10s (0,689**)</li> <li>• el grueso pasados 20 minutos, G20min (0,698**)</li> <li>• la profundidad de sobrecarga, p s (0,659**)</li> <li>• la profundidad de contorno, PC (0,632**)</li> </ul>
<b>Cuando el grueso crece bajan...</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• el segundo pico de aceleración del ensayo de impactos (0,442**)</li> <li>• la fuerza máxima de resistencia horizontal, Fmax (0,418**)</li> <li>• la fuerza de resistencia horizontal pasados 60 segundos, F60s (0,379**)</li> </ul>
<b>Cuando la histéresis crece baja...</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El valor del segundo pico de aceleración (0,445**)</li> </ul>
<b>Cuando la profundidad de contorno y sobrecarga suben...</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja el valor del pico de la segunda aceleración (0,531**, 0,574**)</li> </ul>
<b>Otros relaciones</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las fuerzas de resistencia horizontal y pasados 60 segundos se comportan igual (0,906**)</li> <li>• La profundidad de contorno y sobrecarga se comportan igual (0,909**)</li> </ul>

---

## 5.4. Segundo nivel de evaluación. Interacción cojín-persona

Este apartado recoge los elementos más destacados de los cojines y los pone en el contexto de otros trabajos publicados en la bibliografía desde el punto de vista de la interacción cojín-persona, segundo nivel, tanto de microclima como a presiones y caracterización mecánica.

### 5.4.1. Caracterización a microclima de la interacción cojín-persona

Este apartado presenta dos puntos, en el primero demostramos la influencia del cojín en el comportamiento a microclima de la interfaz cojín-persona, a partir del análisis de correlaciones entre las variables de humedad y temperatura en la zona isquial y el espacio poplíteo. En el segundo punto comparamos nuestros resultados con los de otros autores, mirando sobre todo la evolución de la humedad y la temperatura en función del tiempo para la zona isquial.

#### 5.4.1.1. Efecto del cojín en el microclima de la interfaz cojín-persona

Los resultados de este estudio demuestran que la presencia del cojín afecta el comportamiento a microclima del cuerpo de la persona en el punto de contacto con el cojín. Eso se ve claramente si analizamos las correlaciones existentes entre humedades y temperaturas finales e incrementos, en la zona isquial respecto al espacio poplíteo, donde no hay un contacto directo cojín-persona. La tabla 5.13 representa estas correlaciones.

Tabla 5.13. Resultados más destacados desde el punto de vista de caracterización de los cojines a microclima

CORRELACIONES	ESPACIO POPLÍTEO	ZONA ISQUIAL
$\Delta H - H40$	0,711**	0,489**
$\Delta H - T40$	<b>0,504**</b>	<b>-0,343**</b>
$\Delta T - H40$	0,527**	-
$\Delta T - T40$	0,749**	0,705**
<b>H40 - T40</b>	<b>0,602**</b>	-
$\Delta H - \Delta T$	<b>0,437**</b>	-

En la zona isquial no correlacionan los valores de humedad y de temperatura, finales o incrementales, que sí correlacionan en el espacio poplíteo. Llama la atención la relación negativa entre el incremento de humedad y la temperatura final para la zona is-

quial que es positiva para el espacio poplíteo. Este comportamiento se justificaría por el funcionamiento particular de los cojines de agua-gel y los de borreguito. Así, los cojines de agua-gel aunque bajan la temperatura en la interfaz cojín-persona son los que más aumentan la humedad. Por su parte, los cojines de borreguito reducen la humedad pero dan las temperaturas finales mayores.

En la bibliografía consultada no hemos identificado ningún artículo que revisara estas correlaciones y la influencia del cojín en el microclima de la interfaz cojín-persona, en comparación a una zona de control, como el espacio poplíteo en nuestro caso.

#### *5.4.1.2. Evolución de la temperatura y la humedad en la zona isquial en función del tiempo*

Existen pocos estudios publicados que presenten valores de evolución de la temperatura y la humedad de diferentes cojines. En este apartado compararemos nuestros valores con los publicados por (Stewart, Palmieri, and Cochran 1980), (Ferguson-Pell 1998) y (Sprigle and Eicholtz 2009). Las tablas 14, 17 y 19 recogen los resultados más destacados de estos estudios. La comparación con los resultados del presente trabajo, ver figuras 4.23 y 4.24, se centra en los órdenes de magnitud de las variables y en la ordenación que adoptan las diferentes tipologías de los cojines, por ejemplo los cojines más calientes o los más frescos.

#### *Estudio de (Stewart, Palmieri, and Cochran 1980)*

La tabla 5.14 recoge los resultados más destacados del trabajo publicado por (Stewart, Palmieri, and Cochran 1980). La metodología de evaluación difiere respecto a la de este estudio. El ensayo duraba una hora, mientras que en nuestro caso duraba 40 minutos. El sujeto no realizaba ningún actividad, mientras que nosotros le pedíamos al usuario que se impulsara durante 10 minutos en un ciclo completo de 10 minutos de descanso, 10 minutos de impulsión y 20 minutos de descanso. Los valores de los registros corresponden a una única persona sana.

La tabla 5.15 compara los resultados para temperaturas obtenidas por (Stewart, Palmieri, and Cochran 1980) y el presente trabajo de investigación. En general podemos decir que los rangos de temperaturas son equivalentes. Para el caso de los cojines de espuma-gel hemos identificado diferencias importantes en función del cojín concreto evaluado. Finalmente, el cojín de agua que evaluamos no consiguió reducir tanto la temperatura.



Tabla 5.14. Resultados del comportamiento a microclima de diferentes cojines (Stewart, Palmieri, and Cochran 1980)

Aspectos generales	
<p>Presenta los resultados de la evaluación, por parte de una persona sana, de 24 cojines existentes en el mercado, con las tipologías de espuma, espuma-viscoelástica, gel y agua. El ensayo duraba 1 hora. Las variables registradas fueron la temperatura de la piel, el flujo sanguíneo y la humedad relativa bajo las tuberidades isquiáticas. Cojines representantes de las diferentes tipologías se ensayaron durante dos horas y los parámetros continuaron cambiando de forma asintótica.</p>	
Temperatura (pasada 1 hora)	Humedad (pasada 1 hora)
<ul style="list-style-type: none"> <li>los cojines de espuma y viscoelásticos subieron entre 3,4 y 2,8 °C</li> <li>los cojines de gel mantuvieron constante la temperatura</li> <li>En los cojines de agua bajó la temperatura 2,7 °C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+10,4% para los cojines de espuma</li> <li>+22,8% para los cojines de gel</li> <li>+18% en los cojines de agua</li> </ul>

Tabla 5.15. Comparación de los resultados de evolución de la temperatura de (Stewart, Palmieri, and Cochran 1980) con los de esta investigación

Tipología cojín	(stewart, Palmieri, and Cochran 1980)	Trabajo presente
<b>Espuma</b> <b>Espuma viscoelástica</b>	<u>TEMPERATURA</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sube entre 3,4 °C y 2,8 °C</li> </ul>	<u>TEMPERATURA</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sube 2,5 °C, cojín C18</li> </ul>
<b>Gel</b>	<u>TEMPERATURA</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Se mantiene constando</li> </ul>	<u>TEMPERATURA</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>C09, espuma-gel, aumenta <b>temperatura</b> como cojines espuma-látex</li> <li>C08, espuma-gel, aumenta <b>temperatura</b> pero de forma más discreta</li> <li>C10, espuma-gel, mantiene constante la <b>temperatura</b> respecto al inicio</li> <li>C16, gel, pasados 40 minutos continúa bajando la <b>temperatura</b></li> </ul>
<b>Agua</b>	<u>TEMPERATURA</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Baja 2,7 °C</li> </ul>	<u>TEMPERATURA</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>C01, agua, baja 1 °C</li> </ul>

La tabla 5.16 compara los resultados para humedades obtenidas por (Stewart, Palmieri, & Cochran 1980) y el presente trabajo de investigación. En general, los rangos de humedades son compatibles. En el caso de la humedad para los cojines de espuma, es importante señalar la gran diferencia que se da en función de los materiales de la cubierta, que puede ser más o menos transpirable y con capacidad o no de absorber humedad, y de la estructura interna del cojín, celda abierta o cerrada.

Tabla 5.16. Comparación de los resultados de evolución de la humedad de (Stewart, Palmieri, and Cochran 1980) con los de esta investigación

Tipología cojín	(Stewart, Palmieri, and Cochran 1980)	Trabajo presente
<b>Espuma</b> <b>Espuma viscoelástica</b>	<u>HUMEDAD</u> • Sube 10,4%	<u>HUMEDAD</u> • Sube 10% en media, considerando el conjunto cojines espuma-látex • C17, sube 20% • C18, sube 8% • borreguito, núcleo de espuma-látex, sube 5%
<b>Gel</b>	<u>HUMEDAD</u> • Sube 22,4%	<u>HUMEDAD</u> • C16, cojín macizo de gel, sube 21%
<b>Agua</b>	<u>HUMEDAD</u> • Sube 18%	<u>HUMEDAD</u> • C01, agua, sube 17,6%

De forma global, para la temperatura y la humedad, podemos decir que los resultados obtenidos por (Stewart, Palmieri, and Cochran 1980) son compatibles con los resultados obtenidos en este trabajo de investigación.

Como **conclusión** más relevante de la **comparativa de los resultados de temperatura** de (Stewart, Palmieri, and Cochran 1980) y los de este trabajo de investigación, destacaríamos la necesidad de encontrar la masa necesaria de gel o agua (capacidad calorífica) que mantendría constante la temperatura del usuario. Variando esta masa y teniendo en cuenta las condiciones de contorno, seríamos capaces de conseguir cojines que aumentarían la temperatura, la mantuvieran constante o la minorarían.

Como **conclusión** más relevante de la **comparativa de los resultados de humedad** de (Stewart, Palmieri, and Cochran 1980) y los de este trabajo de investigación, destacaríamos la importancia de la funda y de la estructura de las espumas a la hora de determinar el comportamiento de los cojines de espuma-látex; y en segundo lugar, el comportamiento contradictorio de algunos materiales por lo que respecta incremento de humedad e incremento de temperatura.

Estudio de (Ferguson-Pell 1998)

La tabla 5.17 recoge los datos más destacadas de un estudio comparativo de evolución de la temperatura de cuatro cojines, citado por (Ferguson-Pell 1998). La gráfica representa la evolución de la temperatura durante un período de dos horas medido sobre una persona sana.

**Tabla 5.17. Resultados del comportamiento a microclima de diferentes cojines (Ferguson-Pell 1998)**

Aspectos generales																															
Referencia estudio de cuatro cojines de tipologías diferentes: aire, espuma, gel y agua. El sujeto de evaluación es una persona sana. Las curvas de calentamiento se presentan para dos horas. En general, las temperaturas de los cojines tienden a una asíntota. No hay medidas de humedad.																															
Temperatura (pasadas 2 horas)																															
<u>Incrementos de temperatura</u> <ul style="list-style-type: none"><li>• El cojín de espuma y el de aire han aumentado 6°C respecto momento inicial</li><li>• El cojín de gel ha aumentado 2 °C con respecto a la temperatura inicial</li><li>• los cojines de agua han bajado 5 °C con respecto a la temperatura inicial</li></ul>	<u>Valores finales de temperatura</u> <ul style="list-style-type: none"><li>• 38 °C para los cojines de aire y espuma</li><li>• 32 °C para el cojín de gel</li><li>• 25 °C para el cojín de agua</li></ul>																														
Representación gráfica de la evolución de la temperatura																															
<table border="1"><caption>Datos estimados del gráfico de evolución de la temperatura</caption><thead><tr><th>Time (min)</th><th>Roho Foam (°C)</th><th>Aire (°C)</th><th>Gel (°C)</th><th>Water (°C)</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>30</td><td>7.5</td><td>6.5</td><td>2.5</td><td>-3.5</td></tr><tr><td>60</td><td>9.5</td><td>8.5</td><td>3.5</td><td>-4.5</td></tr><tr><td>90</td><td>10.5</td><td>9.5</td><td>4.0</td><td>-4.5</td></tr><tr><td>120</td><td>11.0</td><td>10.0</td><td>4.0</td><td>-4.5</td></tr></tbody></table>		Time (min)	Roho Foam (°C)	Aire (°C)	Gel (°C)	Water (°C)	0	0	0	0	0	30	7.5	6.5	2.5	-3.5	60	9.5	8.5	3.5	-4.5	90	10.5	9.5	4.0	-4.5	120	11.0	10.0	4.0	-4.5
Time (min)	Roho Foam (°C)	Aire (°C)	Gel (°C)	Water (°C)																											
0	0	0	0	0																											
30	7.5	6.5	2.5	-3.5																											
60	9.5	8.5	3.5	-4.5																											
90	10.5	9.5	4.0	-4.5																											
120	11.0	10.0	4.0	-4.5																											

Fuente: Oxford University Press, 1986, citado por (Ferguson-Pell 1998)

La tabla 5.18, por su parte, compara los resultados para temperaturas obtenidas por (Ferguson-Pell 1998) y el presente trabajo de investigación. En general podemos decir que los rangos de temperaturas son equivalentes, que para el caso de los cojines de espuma-gel han diferencias importantes en función del cojín concreto evaluado, y que para el caso del agua nuestra reducción de temperatura fue menor.

Tabla 5.18. Comparación de los resultados de (Ferguson-Pell 1998) a temperatura con esta investigación

Tipología cojín	(Ferguson-Pell 1998)	Trabajo presente
<b>Espuma / aire</b> (comparación)	<p><u>TEMPERATURA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Comportamiento semejante</li> <li>Incremento 6 °C pasadas 2 horas</li> <li>Incremento 3.5-4.0 °C pasados 40 minutos</li> </ul>	<p><u>TEMPERATURA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>los cojines C18, C23 y C09, de espuma-látex, aire y espuma-gel, respectivamente, tuvieron incrementos de temperatura semejantes</li> <li>Incremento máximo de temperatura pasados los 40 minutos, para los tres cojines anteriores, fue de 2.5 °C</li> </ul>
<b>Gel</b>	<p><u>TEMPERATURA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>cojín de gel, disminución temperatura primeros 10 minutos, aumento total pasadas 2 horas de 2°C</li> </ul>	<p><u>TEMPERATURA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>C10, espuma-gel, comportamiento semejante al cojín de gel para los primeros 40 minutos, a falta de conocer qué pasa entre los minutos 40 y 120.</li> <li>los cojines C09 y C08, de espuma-gel, se comportan de forma diferente.</li> <li>C16, gel, el proceso de enfriamiento podría continuar más allá de los 40 minutos</li> </ul>
<b>Agua</b>	<p><u>TEMPERATURA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Baja 6 °C pasados 40 minutos y 5 °C pasadas 2 horas</li> </ul>	<p><u>TEMPERATURA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>C01, agua, baja 1 °C pasados 40 minutos</li> </ul>

Las conclusiones de la comparativa de los resultados de temperatura con los resultados citados por (Ferguson-Pell 1998) serían:

- (1) Coincidencia en la ordenación de los cojines de acuerdo con los nuestros resultados donde los cojines de aire y de espuma, tendrían las temperaturas máximas mientras que los de agua tendrían las mínimas.
- (2) Los valores señalados para el cojín de gel podrían replicarse con uno de los cojines de espuma-gel de nuestro estudio, pero la variedad de los valores obtenidos en nuestro caso haría recomendable definir más detalladamente la composición concreta del cojín de espuma-gel o gel.
- (3) Divergencia en el rango de variación de temperaturas, muy más reducido en nuestro caso. Eso podría responder a las condiciones iniciales de la temperatura ambiente, entre los 23 °C y 24 °C en nuestro estudio pero que aquí no se especifican.

*Estudio de (Sprigle and Eicholtz 2009)*

Un estudio más reciente con el que hemos comparado nuestros resultados es el de (Sprigle and Eicholtz 2009). En este estudio una persona sana ensayó 4 cojines. La tabla 5.19 recoge los aspectos más destacados de este estudio. La parte inferior representa los valores de evolución de la temperatura y de la humedad de forma gráfica. Estos gráficos se han elaborado a partir de la simplificación de los gráficos originales del estudio de (Sprigle and Eicholtz 2009).

**Tabla 5.19. Resultados del comportamiento a microclima de diferentes cojines (Sprigle and Eicholtz 2009)**

Aspectos generales	
<p>Presenta los resultados de la evolución a temperatura y humedad de 4 cojines evaluados por una persona sana durante 45 minutos. Los resultados extraídos corresponden a los 40 minutos iniciales. los cojines eran de: espuma-gel, espuma de poliuretà, espuma con silicona impregnada y aire de perfil alto. La persona se mantenía en una postura pasiva sin hacer ningún ejercicio durante 45 minutos. Los valores de la humedad ambiental estuvieron comprendidos entre un 28% y un 32,5%. los cojines de espuma los ensayaron sin funda. Los sensores se localizaran en la parte interna de los cojines.</p>	
Temperatura (pasados 40 minutos)	Humedad (pasados 40 minutos)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• cojín de espuma-gel incremento 6 °C</li> <li>• cojín de aire incremento 2 °C</li> <li>• cojín de espuma de poliuretà incremento 10 °C</li> <li>• cojín de espuma impregnada de silicona incremento 11 °C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cojín de espuma-gel incremento 13%</li> <li>• cojín de aire incremento 3,5%</li> <li>• cojín de espuma de poliuretà disminución del 2.5%</li> <li>• cojín de espuma impregnada de silicona incremento 3%</li> </ul>
Representación gráfica de la evolución de la temperatura y humedad	
<p>The figure contains two line graphs. The left graph shows 'Increments temperatura (°C)' on the y-axis (ranging from -2 to 12) against 'Temps (min)' on the x-axis (ranging from 0 to 40). The right graph shows 'Increments humitat (%)' on the y-axis (ranging from -10 to 20) against 'Temps (min)' on the x-axis (ranging from 0 to 40). Both graphs use four data series: Twister (Escuma-gel) represented by a dotted line, Roho (Aire) by a dash-dot line, Escuma poliuretà by a dashed line, and Escuma silicona by a solid line. In the temperature graph, Twister shows the highest increase, reaching approximately 11°C at 40 minutes. In the humidity graph, Twister shows the highest increase, reaching approximately 13% at 40 minutes, while Roho shows a decrease of about 2.5%.</p>	

La tabla 5.20 compara los resultados para temperaturas obtenidas por (Sprigle and Eicholtz 2009) y el presente trabajo de investigación.

**Tabla 5.20. Comparación de los resultados de (Sprigle and Eicholtz 2009) a temperatura con esta investigación**

Tipología cojín	(Sprigle and Eicholtz 2009)	Trabajo presente
<b>Espuma</b>	<p><u>TEMPERATURA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un cojín de espuma de poliuretã y otro de espuma impregnada de silicona, ambos tienen comportamientos semejantes</li> <li>• Incremento temperatura 10°C</li> </ul>	<p><u>TEMPERATURA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• C18, espuma-lãtex con funda.</li> <li>• Incremento de temperatura en la piel del usuario de 2,6°C pasados 40 minutos</li> </ul> <p>NOTA: Las medidas de (Sprigle and Eicholtz 2009) estãn hechas en el interior del cojín.</p>
<b>espuma-gel</b>	<p><u>TEMPERATURA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El cojín de espuma-gel, twister, aumenta mãs la temperatura que el cojín de aire pero menos que los de espuma</li> </ul>	<p><u>TEMPERATURA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• C08, espuma-gel, tiene un comportamiento parecido, se calienta mãs que los de aire pero menos que los de espuma.</li> <li>• Los valores de incremento de temperatura son diferentes, seguramente debido al punto de localizaci3n del sensor de temperatura</li> </ul>
<b>Aire</b>	<p><u>TEMPERATURA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Empieza con un leve descenso de la temperatura pero pasados diez minutos empieza a incrementar la temperatura.</li> </ul>	<p><u>TEMPERATURA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El incremento de la temperatura comedia en este trabajo sigue patrones bastante diferentes, eso podrã ser debido de nuevo al punto de localizaci3n de los sensores. En el nuestro caso el incremento de temperatura empieza desde el inicio.</li> </ul>

Por su parte, la tabla 5.21 compara los resultados para humedad obtenidos por (Sprigle & Eicholtz 2009) y el presente trabajo de investigación. Un aspecto a destacar de este estudio son los valores de la humedad ambiente durante la realizaci3n de los ensayos, entre 28% y 31,5%, con respecto a los 39% y 73% con los que se realizaron los ensayos en Valencia. Por otra parte, los cojines de espuma los ensayaron sin funda, un elemento determinante en el comportamiento a humedad y que podrã explicar parte de las divergencias detectadas.

Tabla 5.21. Comparación de los resultados de (Sprigle and Eicholtz 2009) a humedad con esta investigación

Tipología cojín	(Sprigle and Eicholtz 2009)	Trabajo presente
<b>Espuma</b>	<p><u>HUMEDAD</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El cojín de espuma impregnada de silicona es el que da los valores de incremento menores</li> <li>• Reduce ligeramente (aprox. 2%) la humedad con respecto al punto inicial</li> </ul>	<p><u>HUMEDAD</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• C19, borreguito natural, con núcleo de espuma-látex, único cojín que experimentó una pendiente negativa en el incremento de la humedad una vez superados los 10 minutos de ejercicio</li> </ul>
<b>espuma-gel</b>	<p><u>HUMEDAD</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El cojín de espuma-gel produce el incremento mayor de humedad</li> </ul>	<p><u>HUMEDAD</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• C16, cojín de gel macizo, proporciona el incremento mayor de humedad</li> <li>• Otros cojines de espuma-látex (C01) y aire (C17) dan valores similares</li> </ul>
<b>Aire / Espuma</b>	<p><u>HUMEDAD</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El cojín de aire y el de espuma impregnado de silicona obtuvieron resultados parecidos de incremento de humedad</li> </ul>	<p><u>HUMEDAD</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El cojín C04, de aire, tenía un incremento de humedad superior pero del mismo orden que el cojín C18, de espuma-látex.</li> <li>• El patrón de incremento era diferente, prácticamente constante para el C04 y con diferentes pendientes en función de la presencia de actividad o no para el C18</li> </ul>

Las **conclusiones** de la **comparativa de los resultados de temperatura y humedad con los resultados citados por (Sprigle & Eicholtz 2009)** serían:

(1) En cuanto a las temperaturas los resultados son coherentes para los cojines de espuma de poliuretano e impregnada de silicona, y también para el cojín de espuma-gel. No lo son para los cojines de aire, seguramente por la ubicación diferenciada de los sensores.

(2) Que el cojín de espuma-gel done los valores superiores de humedad es coherente con los nuestros resultados.

(3) Que los cojines de espuma se hayan ensayado sin cubierta, podría justificar la divergencia de los resultados obtenidos.

### 5.4.2. Caracterización a presiones de la interacción cojín-persona

Este apartado empieza con unas consideraciones generales sobre el uso de los sistemas de medida de presiones en el ámbito de los cojines. El segundo apartado compara los resultados de este trabajo con una selección de trabajos publicados en la bibliografía. La comparación se hace a dos niveles, por un lado nos fijamos en el rango de los valores de las variables, y por otro en la ordenación de los cojines por tipologías, en función de los mayores o menores valores de presión, superficie de contacto o índice de distribución.

#### 5.4.2.1. Consideraciones generales

Los componentes del sistema de sedestación (respaldo, reposapiés, reposabrazos y también cojín) son críticos porque pueden impactar en la alineación postural, en la funcionalidad y en la integridad de la piel relacionada con la habilidad de reducir la presión o las fuerzas cortantes en prominencias anatómicas vulnerables. El efecto del equipamiento de sedestación en la postura de la persona en silla de ruedas y las presiones generadas son evaluadas a menudo mediante sistemas de manta de presión (Titus et al. 2014).

En este trabajo, uno de los aspectos evaluados ha sido la presión en la interfaz cojín-persona. Para hacerlo hemos utilizado un sistema de medida de presiones. Los sistemas de obtención de mapas de presiones están disponibles desde hace años pero el uso y la interpretación, tanto desde la perspectiva clínica como desde la de investigación, es controvertida (Jan & Brienza 2006). En este sentido algunos autores advierten que la relación entre las presiones en la interfaz cojín-persona y la incidencia de las úlceras por presión no ha sido suficientemente estudiada (Brienza et al. 2001). Otros (Rondorf-Klym & Langemo 1993; Barnett & Shelton 1997; Shelton et al. 1998) han insistido en la necesidad de tener en consideración el resto de factores, tanto extrínsecos (humedad de la piel, fricción o cortantes) como intrínsecos (nutrición, edad o presión arterial).

Además, existen otros elementos que conviene tener presente. Por ejemplo, resulta difícil establecer unos valores absolutos de presión límite (Jan & Brienza 2006; Brienza et al. 2001). Tampoco está probada la relación entre el límite de los 32 mmHg y la susceptibilidad al desarrollo de las úlceras por presión (Jan & Brienza 2006).

Por otra parte, muchos autores inciden en la necesidad de ser cautos en la interpretación cuantitativa de las presiones obtenidas con sistemas de medida de presión diferen-



---

tes, dado que no hay estándares en la industria en términos de presentación de datos para estos sistemas ni de indicaciones metodológicas para la medida de presiones (Ferguson-Pell & Cardi 1993; Hanson et al. 2006; Barnett & Shelton 1997; Eitzen 2004). Algunos autores incluso llegan a restringir el uso de los mapas de presiones a la comparación del comportamiento entre dos cojines para un único usuario y concluyen que los sistemas de medida de presiones son más útiles para identificar superficies inapropiadas que para determinar las más apropiadas (Jan & Brienza 2006).

Un intento importante para mejorar la interpretación de los datos obtenidos con los mapas de presiones ha sido el documento técnico, aunque no normativo, (ISO/PDTR 16840-9). Este documento da recomendaciones y sugerencias para una mejor interpretación de las medidas realizadas con las mantas de presiones como utilizar variables alternativas al valor directo de presión máxima para aumentar la fiabilidad y repetibilidad de las medidas realizadas.

Hechas estas consideraciones, podría sorprender la aproximación metodológica empleada en el presente trabajo de investigación que reparte los cojines a valorar entre diferentes grupos de usuarios. Como ya se ha explicado con anterioridad esta aproximación venía justificada por el objetivo de reducir el riesgo de aparición de úlceras por presión en las personas participantes en el estudio y por la necesidad de acotar la duración del estudio de campo. Para minimizar este hecho, en el tratamiento de los datos se ha realizado un análisis de la varianza controlando el efecto del usuario mediante un modelo lineal.

Por otra parte y a pesar de todo, el uso de los mapas de presión es una metodología sobradamente utilizada tanto en el ámbito clínico como en el técnico. En cualquier caso, en este trabajo el acento no se pone tanto en los valores de las presiones, o incluso en la comparación de estos valores entre tipologías de cojines, sino en el establecimiento de posibles relaciones de estas presiones con variables de otros niveles de evaluación, ya sean del primer nivel de caracterización de los cojines o del tercer nivel vinculado a la percepción que experimentan los usuarios. Este análisis dentro del marco de una aproximación causa-efecto es el que aporta valor a este trabajo de investigación y que desarrollamos con más detenimiento cuando hablamos más adelante de los criterios de diseño (apartado 5.5).

5.4.2.2. Comparativa con otros trabajos publicados a la bibliografía

La tabla 5.22. resume los resultados más destacados de la medida de las presiones en la interfaz cojín-persona. Las variables relacionadas con las presiones analizadas fueron: superficie de contacto, presiones máximas (Pmax10, Pmax25) e índice de distribución.

Tabla 5.22. Resultados más destacados de las medidas de presión en la interacción cojín-persona

VARIABLE	ASPECTOS A DESTACAR
<b>Superficie de contacto</b>	<p><u>COMPARACIÓN CON RESULTADOS MANIQUÍ</u> La diferencia entre los valores maniquí y los medidos con las personas, es de un 20% en media dentro del rango comprendido desde el -9% al 60%.</p> <p><u>RANGOS DE VALORES</u> La superficie toma valores desde los 502cm<sup>2</sup> para un usuario del cojín C08, de espuma-gel, a los 1370cm<sup>2</sup> para un usuario del cojín C10, de espuma-gel con cuña.</p> <p><u>ORDENACIÓN POR TIPOLOGÍAS</u> De mayor a menor superficie de contacto, eliminando el efecto de el usuario, el orden sería el siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aire / espuma-gel</li> <li>• Espuma-gel / agua-gel / espuma-fluido / espuma-látex</li> <li>• Fibras y borreguito</li> </ul>
<b>Presión máxima Pmax10 / Pmax25</b>	<p><u>COMPARACIÓN CON RESULTADOS MANIQUÍ</u> La diferencia entre los valores medidos con el maniquí y los medidos por las personas, es de un -20% en media y comprende el rango desde el -135% al 34%.</p> <p><u>RANGOS DE VALORES</u> Las presiones toman valores desde los 0,30 N/cm<sup>2</sup> a los 1,58 N/cm<sup>2</sup> para Pmax25 y desde los 0,37 N/cm<sup>2</sup> a los 2,56 N/cm<sup>2</sup> para Pmax10, valores directos medidos sobre los usuarios.</p> <p><u>ORDENACIÓN POR TIPOLOGÍAS</u> Las presiones máximas, comparadas por tipología del cojín, tienen un grado de superposición muy elevado, no dan diferencias significativas entre ellas.</p>
<b>Índice de distribución ID</b>	<p><u>COMPARACIÓN CON RESULTADOS MANIQUÍ</u> La diferencia entre los valores medidos con el maniquí y los corregidos, medidos sobre las personas, es de un -49% en media y comprende el rango desde el -258% al 63%.</p> <p><u>RANGOS DE VALORES</u> El índice de dispersión va desde el 9% al 76%, valores medidos directamente sobre los usuarios del cojín C16, de agua, y el C08, de espuma-gel.</p> <p><u>ORDENACIÓN POR TIPOLOGÍAS</u> De mayor a menor índice de distribución, eliminando el efecto de el usuario, el orden sería el siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fibras</li> <li>• Aire / espuma-gel / borreguito / Agua-gel / espuma-látex</li> <li>• espuma-fluido</li> </ul>

Los resultados de este estudio muestran la diferencia existente entre las medidas realizadas con personas en silla de ruedas y las obtenidas con el maniquí. Esta diferencia nos permite lanzar las siguientes hipótesis:

- **Hipótesis 1.** Las medidas con maniquí no son realistas, no existe una correspondencia directa entre los valores obtenidos con la máquina de ensayos a presiones y los obtenidos con personas en silla de ruedas.
- **Hipótesis 2.** Existe una variabilidad enorme de los valores medidos de presiones entre sujetos, lo cual, plantea la duda de las presiones para evaluar cojines de forma absoluta, salvo que se hagan estudios de medidas repetidas y se controle el efecto del sujeto. Aproximación que hemos seguido en este trabajo.

La tabla 5.23 recoge los resultados publicados por (A. Gil-Agudo et al., 2009). Comparar los resultados de este trabajo de investigación con los de (A. Gil-Agudo et al., 2009) presenta cierta dificultad porque las métricas y los cojines valorados fueran diferentes. Así, por ejemplo, (A. Gil-Agudo et al., 2009) valora los cojines con presiones más elevadas en función de la superficie de la interfaz cojín-persona que contiene presiones superiores a los  $0,80\text{N}/\text{cm}^2$ . Aún así, el hecho de que el cojín con menor superficie de contacto fuera el de perfil bajo de aire, sería un resultado coherente con el nuestro. El rango de los valores de las presiones registradas también sería coherente con los valores registrados en este trabajo de investigación, más si tenemos en cuenta que (A. Gil-Agudo et al., 2009) emplea valores de presiones máximas medidas directamente.

**Tabla 5.23. Resultados de evaluación a presiones de diferentes estudios y cojines**

Estudio	Descripción			
<b>(A. Gil-Agudo et al., 2009)</b>	<b>Resultados</b>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El cojín de aire de doble compartimiento, dio las presiones máximas más bajas (Presiones máximas = <math>1,41 \pm 1,11 \text{ }^{\circ}/\text{cm}^2</math>)</li> <li>• El cojín con menor superficie de contacto fue el cojín de aire de perfil bajo (Superficie de contacto = <math>1081,3 \pm 200,6 \text{ cm}^2</math>)</li> <li>• El cojín que dio el valor más grande de presión superior a <math>0,80\text{N}/\text{cm}^2</math> fue el de espuma-fluido (<math>S_{&gt;0,80} = 174,2 \pm 264,5 \text{ cm}^2</math>)</li> </ul>			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción usuarios</th> <th>Descripción cojines</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <b>48 usuarios</b> (10 mujeres y 38 hombres) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lesionados medulares</li> </ul> </td> <td> 4 cojines en total <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aire perfil bajo y alto</li> <li>• Aire doble compartimiento</li> <li>• espuma-fluido</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table>	Descripción usuarios	Descripción cojines	<b>48 usuarios</b> (10 mujeres y 38 hombres) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lesionados medulares</li> </ul>
Descripción usuarios	Descripción cojines			
<b>48 usuarios</b> (10 mujeres y 38 hombres) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lesionados medulares</li> </ul>	4 cojines en total <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aire perfil bajo y alto</li> <li>• Aire doble compartimiento</li> <li>• espuma-fluido</li> </ul>			

La tabla 5.24 recoge los resultados publicados por (Stockton & Rithalia, 2009) y (Ferrarin, Andreoni, & Pedotti, 2000).

Tabla 5.24. Resultados de evaluación a presiones de diferentes estudios y cojines

Estudio	Descripción
<b>(Stockton &amp; Rithalia, 2009)</b>	<b>Resultados</b> No se encontraron diferencias significativas entre los diversos cojines, los valores de presiones máximas y medias del conjunto de los cojines y usuarios fueron: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presiones máximas <math>0,95 \pm 0,19</math> °/cm<sup>2</sup></li> <li>• Presiones medias <math>0,76 \pm 0,09</math> °/cm<sup>2</sup></li> </ul>
	<b>Descripción usuarios</b>
	<b>Descripción cojines</b>
	<p><b>5 usuarios</b> (4 mujeres y 1 hombre)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espina bífida</li> <li>• Enfermedad respiratoria y osteoartritis</li> <li>• Accidente cardiovascular</li> <li>• Artritis reumatoide</li> </ul> <p><b>5 cojines en total</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aire + espuma</li> <li>• Espuma viscoelástica + alta densidad</li> <li>• gel base acuosa sobre espuma</li> <li>• gel viscoelástico sobre espuma</li> </ul>
<b>(Ferrarin, Andreoni, &amp; Pedotti, 2000)</b>	<b>Resultados</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El cojín de aire de perfil bajo dio la superficie de contacto más pequeña (Superficie = <math>882 \pm 174</math> cm<sup>2</sup>)</li> <li>• El cojín de espuma-fluido dio la superficie de contacto más grande (Superficie = <math>1053 \pm 195</math> cm<sup>2</sup>)</li> <li>• El rango de presiones máximas, considerando todos los grupos de usuarios juntos, quedó comprendido dentro del siguiente rango: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pmax = <math>1,73 \pm 1,17</math> °/cm<sup>2</sup> del cojín de espuma-gel y</li> <li>• Pmax = <math>1,37 \pm 0,64</math> °/cm<sup>2</sup> del cojín de espuma-fluido</li> </ul> </li> </ul> Las diferencias en cuanto a presiones máximas no fueron significativas.
	<b>Descripción usuarios</b>
	<b>Descripción cojines</b>
	<p><b>30 usuarios</b> (9 mujeres. 21 hombres)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 lesionados medulares</li> <li>• 10 personas mayores</li> <li>• 10 esclerosis múltiple</li> </ul> <p><b>4 cojines</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 espuma-gel</li> <li>• 1 fluido viscoelástico</li> <li>• 1 aire</li> </ul>

Igual que en este trabajo de investigación, las diferencias cuanto a los valores de las presiones entre las diferentes tipologías de cojines identificadas por (Stockton & Rithalia, 2009) no resultaron significativas. El rango de los valores de presiones de (Stockton & Rithalia, 2009) es más acotado que el nuestro, aunque esta variabilidad menor en las medidas de presiones podría corresponderse con una muestra de usuarios más homogénea o simplemente por el hecho de tratarse de cojines diferentes. En cuanto al estudio de (Ferrarin, Andreoni, & Pedotti, 2000) el cojín de espuma-fluido dio valores de

---

superficie de contacto superiores al de aire. Este resultado es justo el contrario al que hemos obtenido nosotros con cojines de tipología de aire con valores de superficie más elevados que los cojines de tipología espuma-fluido. Esta aparente contradicción se justificaría por el hecho de que (Ferrarin, Andreoni, & Pedotti, 2000) base la comparación sobre un cojín de perfil bajo de aire. La figura 4.26. representa como el perfil alto en los cojines de aire, de media, aumenta cerca de un 20% la superficie de contacto y reduce las presiones máximas en casi un 40%.

## 5.5. Criterios de diseño basados en la percepción de los usuarios

Los criterios de diseño se presentan deshaciendo el camino del modelo causa-efecto. Nos interesa saber de qué forma podemos incidir, mejorar en la sensación que experimenta el usuario (tercer nivel) cuando utiliza un cojín. Empieza este apartado con algunas consideraciones generales sobre la valoración de la percepción por parte de los usuarios. A continuación, para cada uno de los factores de calidad, se van analizando los elementos de los niveles 1 y 2 que inciden.

### 5.5.1. Tercer nivel de evaluación. Percepción de los usuarios

El modelo causa-efecto de evaluación ergonómica ha sido el marco metodológico utilizado para obtener recomendaciones de diseño fundamentadas en las opiniones de los usuarios. Ésta, sin embargo, no es una aproximación habitual en el campo de los cojines ni, por extensión, en el de los productos de apoyo. La mayoría de las recomendaciones de diseño para cojines publicadas se basan en criterio de experto. El desarrollo y evaluación de estas recomendaciones se ha realizado con una participación mínima del usuario, limitada, en los mejores de los casos, a ser una fuente pasiva para la obtención de datos biomecánicos y fisiológicos resultantes de la interacción cojín-persona.

Desde la perspectiva metodológica podemos concluir diciendo que ha sido una aproximación novedosa. Por un lado, porque nos ha permitido cruzar las percepciones o efectos en el usuario con las causas o recomendaciones de diseño, de manera que las propias percepciones de los usuarios hemos podido traducirlas en criterios cuantitativos de diseño. Y por otra parte, el análisis factorial de las percepciones nos ha permitido identificar los factores clave de la percepción de los cojines por parte de los usuarios y cómo éstos afectan a la valoración global del cojín. En la bibliografía sólo hemos encontrado valoraciones subjetivas de los cojines referidas a elementos muy concretos, como por ejemplo, la presencia o no de dolor relacionada con el nivel de presiones o el confort climático relacionado con valores de microclima. En ningún caso hemos encontrado un análisis parecido al de importancia-frecuencia como el planteado en esta investigación.

En el apartado 5.1. comentábamos que existen pocos estudios donde la percepción de los usuarios tenga un papel destacado. En aquel apartado identificábamos dos estudios, uno relacionado con el microclima, (Stockton and Rithalia 2009), y otro que analizaba el efecto de la preforma del cojín en el confort del usuario (Tasker et al. 2014). Sin em-

bargo, la importancia de la percepción de los usuarios viene recogida incluso en documentos técnicos como la (ISO/PDTR 16840-9) cuando incide en la idea que las medidas de presión obtenidas con la manta de presiones no pueden ser el único factor de decisión en la asignación y prescripción de cojines. En este sentido, en la tabla 5.25 hemos listado y clasificado algunas de las variables y factores identificados por (ISO/PDTR 16840-9) dentro de una aproximación de evaluación de tres niveles siguiendo el modelo de causa-efecto.

**Tabla 5.25. Variables identificadas en el documento ISO/PDTR 16840-9**

<b>(ISO/PDTR 16840-9)</b>	<b>Nivel que ocupan en el modelo causa-efecto</b>
<b>Forma, ajuste y función</b>	N1. Caracterización
<b>Estabilidad postural</b>	N3. Percepción
<b>Movilidad funcional y transferencia</b>	N2. Interacción N3. Percepción
<b>Peso del cojín</b>	N1. Caracterización N3. Percepción
<b>Calor y humedad</b>	N1. Caracterización N2. Interacción N3. Percepción
<b>Percepción de confort</b>	N3. Percepción
<b>Complejidad, necesidad de mantenimiento y ajustamientos</b>	Otros
<b>Capacidad de los clientes por cuidarse o reclamar las cuidados</b>	N1. Caracterización
<b>Posibilidad de dar formación al usuario y al cuidador</b>	Otros
<b>Número movimientos de los cuidadores</b>	Otros

### 5.5.2. Resumen de los criterios de diseño desde la perspectiva del microclima

La tabla 5.26 recoge los aspectos más destacados, de la relación entre las percepciones y los valores de las variables de interacción cojín-persona y de caracterización de los cojines, desde el punto de vista del microclima.

**Tabla 5.26. Resumen de los resultados de la evaluación a microclima y de las relaciones entre los diferentes niveles de evaluación. Resultados referidos a personas sanas**

<b>La valoración global mejora con...</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>La sensación de frescura y la sensación de sequedad</b> (dentro del rango de temperaturas comprendido entre 30,7 °C y 37,1 °C y de humedades entre 53,5% y 87,2%)</li> </ul>
<b>El confort climático mejora con...</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>La sensación de frescura y la sensación de sequedad</b> (dentro del rango de temperaturas comprendido entre 30,7 °C y 37,1 °C y de humedades entre 53,5% y 87,2%)</li> </ul>
<b>La sensación de frescura aumenta con...</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Capacidades caloríficas mayores.</b> 18,50 KJ/K es el valor mínimo de la capacidad calorífica que diferencia entre una sensación de frío y una de ni frío/ni calor</li> <li>• <b>Conductividades mayores.</b> 0,37 W/mK es el valor mínimo de la conductividad que diferencia entre una sensación de frío y una de ni frío/ni calor</li> <li>• <b>Grado de estabilización mayor.</b> 19% es el valor mínimo del grado de estabilización que diferencia entre una sensación de frío y una de ni frío/ni calor.</li> </ul>
<b>Con el tiempo aumenta...</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>La significación y el valor de las correlaciones entre la valoración global y la sensación de confort, la valoración térmica y la higroscópica.</b> Todas las correlaciones se comportan en el mismo sentido; las más sensibles son el confort a temperatura y a humedad para la zona isquial</li> </ul>
<b>La temperatura final y los incrementos de temperatura, disminuyen con...</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Capacidades caloríficas y conductividades elevadas,</b> por lo menos en un período de tiempo de 40 minutos, dentro de los rangos de capacidades calóricas entre 0,53 KJ/K y 32,66 KJ/K y conductividad entre 0,02 W/mK y 0,58 W/mK</li> </ul>
<b>los cojines de agua-gel...</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tienen la capacidad calorífica, conductividad, tiempo de latencia y grado de estabilización mayores</li> <li>• Son los únicos que dan sensación de frescura, el resto de cojines se situaban entre sensación de calor y sensación neutra de ni frío / ni calor</li> <li>• Son los que dan los valores de incremento de humedad más altos</li> </ul>
<b>los cojines de borreguito...</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Son los que dan los valores de incremento de humedad más bajos</li> </ul>

Los valores y las afirmaciones hechas en la tabla 5.26, han sido elaboradas a partir de un ensayo donde participaron 3 personas sanas. Por tanto, la extrapolación a población



en silla de ruedas la debemos hacer con cautela. En la revisión bibliográfica de este trabajo de investigación no hemos encontrado ningún artículo que planteara un análisis semejante del confort térmico del usuario y la relación de este con las variables de medida de la interacción cojín-persona o de caracterización de los cojines.

Por otra parte, la tabla 5.27 presenta un resumen de las estrategias de diseño para los cojines a partir de los resultados de la evaluación a microclima. Para el nivel 2 no hemos podido obtener valores límites concretos para el diseño referidos a las variables de humedad y temperatura en la interfaz cojín-persona.

Tabla 5.27. Criterios y objetivos de diseño

Objetivo N3	Objetivo N2	Objetivo N1	Valores N1
<b>Incrementar sensación de frescura</b>	<b>Reducir temperatura interfaz cojín-persona</b>	Aumentar capacidad calórica	<u>GRUPO FRÍO</u> 20,80 KJ/K Frío  <u>GRUPO NI FRED-CALOR / CALOR</u> 2,31 KJ/K Ni frío ni calor 1,86 KJ/K Calor
		Aumentar conductividad	<u>GRUPO FRÍO</u> 0,408 W/mK Frío  <u>GRUPO NI FRED-CALOR / CALOR</u> 0,033 W/mK Ni frío ni calor 0,027 W/mK Calor
		Aumentar grado de estabilización	<u>GRUPO FRÍO</u> 48,3 %  <u>GRUPO NI FRED-CALOR / CALOR</u> 29,4 % Ni frío ni calor 29,2 % Calor
<b>Incrementar sensación de sequedad</b>	<b>Reducir humedad</b>	Selección materiales transpirables o con capacidad de absorción de humedad tanto para la funda como para el relleno	Mejor los cojines de lana, aunque hay cojines de espuma a que se comportan muy bien a humedad

La tabla 5.28 clasifica los cojines en fríos o cálidos atendiendo a los resultados del análisis de la relación entre las variables de nivel 1, de caracterización del cojín, y el nivel 3, de percepción del resultado de la interacción cojín-persona. Si además de tener en cuenta los resultados recogidos en esta tabla tenemos en consideración los resultados descritos en el apartado 4.4.5.1. *Tipología de cojines versus variables de temperatura (ΔT y T40)* podemos concluir que la inclusión de gel u otros materiales con capacidad

de absorción calorífica son eficaces a la hora de reducir la temperatura de la interfaz cojín-persona, al menos durante los 40 minutos que duró el ensayo.

Tabla 5.28. Criterios y objetivos de diseño

Objetivo N1	Interacción N1-N3	cojines
Aumentar capacidad calorífica	<u>GRUPO FRÍO</u> 20,80 KJ/K Frío	Los cojines C01, C02, C21, de agua superan este valor El cojín C16 de gel, no llega a este valor (8,68 KJ/K)
	<u>GRUPO NI FRED-NI CALOR / CALOR</u> 2,31 KJ/K Ni frío ni calor 1,86 KJ/K Calor	La mayoría de los cojines se encuentran alrededor o por debajo de este valor salvo los cojines de composición mixta espuma-gel o espuma-fluido que se encontrarían entre 2,35 y 4,71 KJ/K
Aumentar conductividad	<u>GRUPO FRÍO</u> 0,408 W/mK Frío	Los cojines C01, C02, C21, de agua superan este valor El cojín C16 de gel, no llega a este valor (0,21 KJ/K)
	<u>GRUPO NI FRED-CALOR / CALOR</u> 0,033 W/mK Ni frío ni calor 0,027 W/mK Calor	El resto de los cojines se encuentran alrededor o por debajo de este valor
Aumentar grado de estabilización	<u>GRUPO FRÍO</u> 48,3 %	Por encima de este valor de corte se encuentran la mayoría de los cojines de aire, de gel y agua
	<u>GRUPO NI FRED-CALOR / CALOR</u> 29,4 % Ni frío ni calor 29,2 % Calor	Por debajo de estos valores se encuentran la resto de los cojines

En cuanto a la humedad los cojines de borreguito resultaron los más eficaces respecto al mantenimiento de la piel seca en la interfaz cojín-persona. Por contra, los de agua-gel, que eran los más frescos dieron los incrementos más altos de humedad, mientras que los de aire fueron los que dieron los valores de humedad final superior.

Los potenciales mecanismos para mejorar la disipación de la humedad, como ranurados o perforados en los bloques de espuma, no hemos podido demostrar que fueran eficaces. Bien por la influencia de las cubiertas, que eran no transpirables, bien por el efecto de colapso de estas ranuras y perforaciones que hacía que en la práctica no evacuaran humedad. En todo caso debemos resaltar el comportamiento del cojín C18 de espuma. Este cojín tuvo un comportamiento muy bueno a humedad en comparación a los otros cojines de espuma-látex y los de materiales mixtos (espuma-gel, espuma-fluido).

### 5.5.3. Resumen de los criterios de diseño desde la perspectiva mecánica y a presiones

El análisis factorial de las variables de percepción de los cojines dio lugar a seis factores de calidad y dos factores globales. La tabla 5.29 recoge la relación de los factores de calidad con los factores globales de bondad y de evolución. Todos los factores estaban relacionados salvo los relativos al tamaño-estética (F5) y al frío-peso (F6).

Tabla 5.29. Resumen de la relación entre factores de calidad de los cojines y factores globales

<b>El factor de bondad del cojín mejora con..</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Mayor sensación de estabilidad (F1)</li><li>• Menor sensación de calor y dolor (F2)</li><li>• Menor sensación de encajonamiento (F3)</li><li>• Menor sensación de colapso (F4)</li></ul>
<b>El factor de evolución mejora con...</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Mayor sensación de estabilidad (F1)</li><li>• Menor sensación de colapso (F4)</li></ul>

Los factores de calidad dependen, a su vez, de las variables de percepción, tabla 5.30.

Tabla 5.30. Relación entre los factores de calidad y las variables de percepción

<b>La sensación de estabilidad (F1) mejora con..</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Menor sensación de escurrimiento</li><li>• Mayor sensación de firmeza</li><li>• Menor sensación de balanceo</li></ul>
<b>La sensación de calor-dolor (F2) se reduce con...</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Menor sensación de calor</li><li>• Menor sensación de dolor</li></ul>
<b>La sensación de encajonamiento (F3) se reduce con...</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Menor sensación de encajonamiento inicial</li><li>• Menor sensación de encajonamiento final</li></ul>
<b>La sensación de colapso (F4) se reduce con...</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Mayor sensación de amortiguamiento</li><li>• Menor sensación de hundimiento</li></ul>
<b>La sensación de tamaño-estética (F5) mejora con...</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Menor acoplamiento</li><li>• Mejor estética</li><li>• Menor grueso</li></ul>
<b>La sensación de frío-peso (F6) aumenta con...</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Mayor sensación de frío</li><li>• Mayor sensación de peso</li></ul>

En los siguiente puntos presentamos el resumen de los criterios de diseño para cada uno de los factores. En la revisión bibliográfica no hemos encontrado ningún estudio que definiera los criterios de diseño siguiendo una aproximación parecida a la planteada en este trabajo de investigación.

### 5.5.3.1. Resumen de los criterios de diseño para el factor de estabilidad (F1)

La percepción de estabilidad aportada por un cojín se incrementa cuando la sensación de escurrimiento y balanceo es menor y la sensación de firmeza es mayor. La tabla 5.31. resume como afectan las variables de los niveles 1 y 2 de evaluación en las variables de percepción determinantes del factor de estabilidad.

**Tabla 5.31. Relación de las variables de percepción de estabilidad (F1) con las variables de caracterización del cojín e interacción cojín-persona**

<b>Sensación de escurrimiento (F1)</b>	
<b>La sensación de escurrimiento baja con...</b>	<b>Valores recomendados</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menores valores del 2o pico de aceleración</li> <li>• Menores valores de grueso a los 10 segundos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt;2g</li> <li>• <b>25 mm – 55 mm (óptimo)</b> 56 mm - 75 mm (aceptable)</li> </ul>
<b>Sensación de firmeza (F1)</b>	
<b>La sensación de firmeza aumenta con...</b>	<b>Valores recomendados</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor profundidad de contorno y de sobrecarga</li> <li>• Menor deformación porcentual pasados 20 minutos</li> <li>• Mayor índice de distribución</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PC/p s &gt; 30 mm</li> <li>• Ver figuras 4.64</li> <li>• 37% - 60%</li> </ul>
<b>Sensación de balanceo (F1)</b>	
<b>La sensación de balanceo baja con...</b>	<b>Valores recomendados</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor fuerza horizontal pasados 60 segundos</li> <li>• La selección del tipo de cojín. Los cojines de espuma-fluido fueron los que producían menor sensación de balanceo</li> <li>• El riesgo de ulceración según la escala Braden. A mayor riesgo mayor sensación de balanceo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 75 N - 150 N</li> <li>• cojines de espuma-fluido</li> <li>• Tener en cuenta la valoración de la escalera Braden</li> </ul>

### Criterios de diseño para mejorar la sensación de escurrimiento

El límite superior del segundo pico de aceleración 2g lo hemos calculado teniendo en cuenta los valores resultantes de el análisis ANOVA del segundo pico de aceleración con la sensación de escurrimiento, figura 4.41. 2g es un valor muy próximo al valor medio de los cojines que dieron elevada sensación de escurrimiento.

---

En cuanto a las franjas de los valores recomendado para el grueso del cojín a los diez segundos, son las resultantes del análisis de regresión logística aplicado para la identificación de los valores óptimos de diseño representados en la figura 4.59. del capítulo de resultados.

#### *Criterios de diseño para mejorar la sensación de firmeza*

Con respecto a la firmeza de los cojines la crítica mayoritaria fue la poca firmeza de los mismos. Sin embargo, el análisis ANOVA, representado en la figura 4.42 identifica unos valores de profundidad de contorno y de sobrecarga que los usuarios valoraran como firmezas excesivas. A partir de este resultado consideramos que el valor de la profundidad de contorno y sobrecarga no debería ser inferior nunca a 30 mm.

La figura 4.61 relaciona la profundidad de contorno y el porcentaje de recuperación pasados veinte minutos con la sensación de firmeza.

En cuanto al índice de distribución se recomiendan valores comprendidos entre el 37% y el 60% correspondiente a los porcentajes de sensación correcta de la firmeza del cojín entre el 50% y el 70%. Se descartan valores superiores de concentración de presión en la zona isquial por tratarse de una zona de alto riesgo de desarrollar úlceras y de la que a priori deberíamos intentar eliminar presiones.

#### *Criterios de diseño para mejorar la sensación de balanceo*

Como criterios de diseño para reducir el balanceo tomaríamos cojines con valores de fuerza horizontal a los 60 segundos menores de 150 N, y a ser posible menor de 125 N.

Por otra parte, trataríamos de evitar los cojines de agua y recomendaríamos los de espuma-fluido a aquellas personas a que presentan problemas de balanceo, elemento que podríamos estimar a partir de los valores en la escala Braden-Bergston.

También es importante considerar, y así queda reflejado en los comentarios abiertos de los usuarios que gruesos excesivos de los cojines pueden provocar que la persona quede sentada en una postura más elevada y que la falta de contacto con elementos de la silla de ruedas como los reposabrazos, le produzca un incremento de la sensación de balanceo. Motivo por el que es muy importante ajustar de forma adecuada todos los elementos del sistema de sedestación.

Otras variables a tener en cuenta en relación con la estabilidad

Existen variables que no aparecen recogidas en la tabla 5.31. pero que pueden contribuir a la mejora de la percepción de estabilidad del cojín. Estas variables y su efecto, a veces contradictorio como el caso del grueso del cojín, los detalla la tabla 5.32.

**Tabla 5.32. Otras variables relacionadas con el factor de estabilidad**

Cuando el grueso aumenta...	Consecuencias secundarias
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumenta el grueso pasados 10 segundos</li> <li>• Aumenta profundidad de contorno y sobrecarga</li> <li>• Baja el segundo pico de aceleración</li> <li>• Baja la fuerza horizontal pasados 60 segundos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumenta sensación escurrimiento</li> <li>• Disminuye sensación de firmeza</li> <li>• Baja la sensación de escurrimiento</li> <li>• Baja sensación de balanceo</li> </ul>
Cuando la histéresis crece...	Consecuencias secundarias
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja el segundo pico de aceleración</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja la sensación de escurrimiento</li> </ul>

Además de las relaciones de la tabla 5.32. el aumento de la profundidad de contorno y de sobrecarga baja el segundo pico de aceleración, reduciendo la sensación de escurrimiento.

*5.5.3.2. Resumen de los criterios de diseño para el factor calor-dolor (F2)*

De acuerdo con nuestra agrupación de factores la percepción de calor-dolor de un cojín se incrementa cuando son mayor la sensación de calor y de dolor. el análisis de regresión logística para la busca de valores límites de las variables relacionadas con el dolor, nos ha vinculado el dolor al valor del segundo pico de aceleración, de tal forma que cuando mayor es el pico segundo de aceleración, menor es la sensación de dolor. La tabla 5.33. resume como afectan las variables de los niveles 1 y 2 de evaluación a las variables de percepción del factor calor-dolor.

**Tabla 5.33. Relación de la variable de percepción de dolor (F2) con las variables de caracterización del cojín e interacción cojín-persona**

Sensación de calor (F2)	
La sensación de calor disminuye con....	Valores recomendados
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección adecuada de los materiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• espuma-látex calor máx.</li> </ul>
Sensación de dolor (F2)	
La sensación de dolor disminuye con...	Valores recomendados
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayores valores del segundo pico de aceleración</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1g - 1,75g (admissible)</li> <li>• 1,75g - 2,5g (recomendable)</li> </ul>

---

Quizá el calor y el dolor sean dos percepciones que por la falta de sensibilidad de los usuarios de silla de ruedas sean más difíciles de detectar. Aún así, el resultado de importancia frecuencia sitúa el dolor dentro del cuadrante de poco importante pero muy frecuente, cuando analizamos la importancia-frecuencia de las diferentes percepciones contra el valor global de bondad del cojín. La variable de sensación de calor queda en el cuadrante de poco importante, poco frecuente.

#### *Criterios de diseño para mejorar la sensación de calor*

En principio tomaríamos como criterios de diseño para reducir el calor provocado por los cojines en la interfaz cojín-persona los dados en el punto 5.5.2. Si en el caso de las personas sanas destacaban los cojines de agua-gel como los más frescos, si atendemos a las quejas verbalizadas por los usuarios de silla de ruedas, el 5% de las quejas hicieron referencia al calor excesivo generado por los cojines, en todos los casos las quejas hacían referencia en cojines de espuma-látex.

#### *Criterios de diseño para mejorar la sensación de dolor*

Es sorprendente que la ausencia de dolor se vincule a valores elevados de aceleración y por contra no hayamos podido vincularla a valores elevados de presión. Quizá la aceleración del segundo pico, indica que ante un impacto la respuesta no es el colapso del cojín o un golpe seco sino cierto movimiento amortiguador que no resulta doloroso al usuario de silla de ruedas. En cualquier caso esta relación merecería mayor investigación. Por otra parte, priorizar valores elevados de aceleración empeoraría la percepción de estabilidad del cojín.

#### *5.5.3.3. Resumen de los criterios de diseño para el factor de encajonamiento (F3)*

La percepción de encajonamiento aportada por un cojín se incrementa cuando la sensación de encajonamiento inicial y final es mayor. La sensación de encajonamiento inicial y final depende de la histéresis y de la presión máxima. Para el caso del encajonamiento inicial se incorpora también la superficie. La presión máxima influye de forma diferente en los dos casos, mientras que la percepción de encajonamiento final disminuye con presiones elevadas, la percepción inicial de encajonamiento es más elevada con valores de presión más altos.

Criterios de diseño para reducir la sensación de encajonamiento

El criterio más fiable para considerar el encajonamiento sería la histéresis del cojín, ya que se comporta de forma parecida en el momento inicial y final. El valor de histéresis que limita la probabilidad que se produzca la sensación de encajonamiento son los 4 Nmm, la mayoría de los cojines de espuma-látex, el cojín de borreguito y algunos de los cojines de aire superan este valor. La tabla 5.34. resume como afectan las variables de los niveles 1 y 2 de evaluación en las variables de percepción determinantes del factor de encajonamiento.

**Tabla 5.34. Relación de las variables de percepción de encajonamiento (F3) con las variables de caracterización del cojín e interacción cojín-persona**

<b>Sensación de encajonamiento final (F3)</b>	
<b>La sensación de encajonamiento final baja con...</b>	<b>Valores recomendados</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menores valores de histéresis</li> <li>• Mayores valores de Pmax10</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt;4,10 Nmm</li> <li>• &gt;0,85 N/cm<sup>2</sup></li> </ul>
<b>Sensación de encajonamiento inicial (F3)</b>	
<b>La sensación de encajonamiento inicial baja con...</b>	<b>Valores recomendados</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menores valores de Pmax10 y superficie de contacto</li> <li>• Menores valores de histéresis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ver figura 4.66</li> <li>• &lt;4,00 Nmm</li> </ul>

El 5% de las quejas verbalizadas por los usuarios de silla de ruedas hacían referencia al exceso de encajonamiento de algunos de los cojines. El cojín C10 de espuma-gel con caña, recibió estas quejas. Por contra, un usuario valoró este cojín como un cojín que aportaba mucha seguridad.

*5.5.3.4. Resumen de los criterios de diseño para el factor de colapso (F4)*

La percepción de colapso aportada por un cojín se incrementa cuando la sensación de amortiguamiento es baja y la de hundimiento es alta. El factor de colapso se correlaciona de forma directa con las variables que miden la recuperación del cojín a los 10 segundos y a los 20 minutos. Cuanto más rápida es la recuperación del cojín, menor es la sensación de colapso. La tabla 5.35. resume como afectan las variables de los niveles 1 y 2 de evaluación en las variables de percepción determinantes del factor de colapso.



Tabla 5.35. Relación de las variables de percepción del colapso (F4) con las variables de caracterización del cojín e interacción cojín-persona

Sensación de amortiguamiento (F4)	
La sensación de amortiguamiento baja con...	Valores recomendados
<ul style="list-style-type: none"> <li>No hemos identificado variables que afectan la sensación de amortiguamiento</li> </ul>	-
Sensación de hundimiento (F4)	
La sensación de hundimiento se reduce con...	Valores recomendados
<ul style="list-style-type: none"> <li>El incremento del % de recuperación pasados 20 minutos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>0 % – 5%</li> </ul>

#### 5.5.3.5. Resumen de los criterios de diseño para el factor de tamaño-estética (F5)

La percepción *tamaño-estética* aportada por un cojín empeora cuando la sensación de acoplamiento y grueso del cojín es mayor y la valoración estética es peor. La tabla 5.36. resume como afectan las variables de los niveles 1 y 2 de evaluación en las variables de percepción determinantes del factor de tamaño-estética.

Tabla 5.36. Relación de las variables de percepción tamaño-estética (F5) con las variables de caracterización del cojín e interacción cojín-persona

Sensación de acoplamiento (F5)	
La sensación de acoplamiento mejora con...	Valores recomendados
<ul style="list-style-type: none"> <li>Menores gruesos de cojín</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>3,8 cm – 7,59 cm (recomendable)</b></li> <li>7,59 cm – 8,75 cm (aceptable)</li> </ul>
Sensación estética (F5)	
La sensación estética empeora con...	Valores recomendados
<ul style="list-style-type: none"> <li>La selección inadecuada de materiales</li> <li>La presencia de elementos extraños e irregularidades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fibras, aire, espuma-fluido</li> <li>No cuñas, no preformas</li> </ul>
Sensación de grueso (F5)	
La sensación de grueso mejora con...	Valores recomendados
<ul style="list-style-type: none"> <li>Menores gruesos de cojín</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>3,8 cm – 7,59 cm</b></li> <li>7,59 cm – 8,75 cm</li> </ul>

#### Criterios de diseño para reducir la sensación de acoplamiento y de grueso

Aún siendo conceptos diferentes, percepción de acoplamiento entendida como la sensación que el cojín es demasiado grande y no cabe dentro de la silla de ruedas, y percepción de grueso referida a la sensación que provoca el grueso del cojín, la forma de

minorar su efecto negativo es el mismo. Se trata de reducir el grueso al máximo. Un buen número de cojines superan de largo los 8,75 cm que igualan la probabilidad de percepción del grueso del cojín como excesivo o correcto. El cojín que tiene un grueso más elevado con diferencia es el de borreguito, pero algunos de los cojines de aire, espuma-látex, espuma-gel y espuma-fluido superan esta dimensión en el grueso.

Una forma de reducir la sensación del grueso del cojín podría ser dar parte del grueso original del cojín al asiento de la silla, manteniendo constante el grueso total. El grueso eliminado del cojín, contribuiría a hacerlo más sencillo, si bien parte del grueso original quedaría en la base del asiento. Esto podría comportar alguna dificultad en el plegado de la silla de ruedas, aspecto especialmente importante para aquellas personas activas, que por ejemplo pueden plegar la silla para ponerla dentro del coche un par de veces al día.

#### *Criterios de diseño para mejorar la sensación estética*

Si tenemos en consideración la información del punto 4.4.2.3. y el punto 4.5.6.2. podríamos aventurar que cojines de materiales y estructuras diferentes tienen valoraciones estéticas diferentes. Así el cojín de fibras, podría estar bien valorado por su sencillez y por su color, mientras que los cojines de aire y espuma-fluido podrían estar mejor valorados por ser más tecnológicos. Por contra los cojines de espuma-gel y espuma-látex podrían estar peor valorados por ser más tradicionales.

Por otra parte, evidenciamos que la existencia de elementos como preformas o cuñas empeoran la valoración estética del cojín. Debería estar muy claro el beneficio de estos elementos, y explicarlos bien al usuario, en la correspondiente prescripción para contrarrestar la valoración negativa de los mismos.

#### *5.5.3.6. Resumen de los criterios de diseño para el factor de frío-peso (F6)*

La percepción de frío-peso aportada por un cojín se incrementa cuando la sensación de frío y de peso del cojín es mayor. La tabla 5.37. resume como afectan las variables de los niveles 1 y 2 de evaluación en las variables de percepción determinantes del factor de frío-peso.

**Tabla 5.37. Relación de las variables de percepción tamaño-estética (F5) con las variables de caracterización del cojín e interacción cojín-persona**

<b>Sensación de frío (F6)</b>	
<b>La sensación de frío de incrementa con...</b>	<b>Valores recomendados</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección adecuada de los materiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua-gel frío máximo.</li> </ul>
<b>Sensación de peso (F6)</b>	
<b>La sensación de peso empeora con...</b>	<b>Valores recomendados</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor peso del cojín</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt;4kg</li> </ul>

*Criterios de diseño para aumentar la sensación de frío*

En principio tomaríamos como criterios de diseño para aumentar la sensación de frescura provocada por los cojines en la interfaz cojín-persona los dados en el punto 5.5.2. Estos criterios de diseño van en la línea de aumentar la capacidad calorífica y la conductividad de los materiales.

Nuestros resultados identifican claramente como los cojines más frescos los de agua-gel, seguidos de los de espuma-gel. Si bien es cierto que el uso de estos materiales en la forma como son utilizados en la estructura del cojín provocan valores elevados de humedad que son a priori no recomendables.

*Criterios de diseño para mejorar la sensación de peso*

En cuanto al criterio del peso, existe un grupo de cojines claramente destacados como más pesados que son los de agua-gel, que superan todos los 6 kg de peso. Diseñar cojines de pesos menores de 4 kg implica ir a probabilidades de percepción adecuada del peso mayores del 80%. En cualquier caso la gran mayoría de los cojines no superan los 3 kg de peso.



---

# Capítulo 6

# Conclusiones

---

# Capítulo 6

# Conclusiones

## **Introducción**

Este capítulo último presenta las conclusiones y las propuestas de trabajo futuro. Aunque se presentan de forma continua, sin distinción, algunas de ellas corresponden a aspectos genéricos de la aplicación del modelo causa-efecto, mientras que otras se centran en valores y variables específicas, bien se refieran a la elaboración de criterios de diseño o líneas de actuación futuras.

## 6.1. Conclusiones

- i. Se ha definido un modelo **causa-efecto** para los cojines que permite relacionar las variables de percepción de la calidad del cojín con las variables de interacción cojín-persona y las características del cojín y la propia persona. Este modelo parte de las variables que caracterizan la persona y el cojín, nivel 1, que dan lugar a unos valores de presión y microclima, resultantes de la interacción cojín-persona, nivel 2, y que permiten, en conjunto, obtener la valoración global y específica del usuario sobre el cojín, según unos factores de percepción de calidad, nivel 3.
- ii. El modelo se ha validado con un estudio de cojines que cubre la variedad amplia de tipos existentes en el mercado. Se han evaluado sus características mediante ensayos mecánicos, de temperatura y humedad así como pruebas con sujetos. La calidad percibida se ha caracterizado mediante la respuesta dada por los usuarios en cuestionarios de percepción de calidad del producto.
- iii. Este nuevo planteamiento ha permitido establecer relaciones entre variables de los diferentes niveles y ordenar las distintas características del cojín en función de su influencia en la calidad percibida por el sujeto. Así mismo, cruzando las variables de los distintos niveles se han obtenido recomendaciones de diseño basadas en las opiniones de los usuarios.
- iv. Aplicando este modelo se han identificado dos **factores globales de calidad percibida por el usuario**, relacionados con la percepción de la bondad del cojín y con el cambio o evolución de esta valoración en el tiempo.
- v. Los factores de calidad global pueden asociarse con seis **factores específicos de calidad percibida**: *F1. Estabilidad, F2. Calor-dolor, F3. Encajonamiento, F4. Colapso, F5. Tamaño-estética y F6. Peso-frío*. De estos factores el de estabilidad (F1) y el de colapso (F4) son los que más influyen sobre los factores globales si aplicamos un análisis importancia-frecuencia.
- vi. Los patrones de comportamiento de los cojines a humedad y temperatura son diferentes. Especial mención merecen los cojines de agua, con una elevada capacidad de absorción de calor pero muy baja capacidad de difusión de la humedad, y los cojines de borreguito, los que más calor aportan pero los que consiguen mantener más seca la superficie de contacto persona-cojín.

- vii. Se ha comprobado el efecto de convección térmica en los cojines de aire y agua y se ha identificado la necesidad de desarrollar nuevos modelos de cojines, que mejoren el comportamiento a temperatura, a partir de la aplicación de los conceptos teóricos de transmisión de calor. En este sentido, los cojines de agua tendrían buenas perspectivas de desarrollo si se corrigiera el problema de la humedad. Su peso, para una mayoría de los usuarios, no sería un aspecto crítico.
- viii. Desde la perspectiva mecánica y a presiones se han descrito diferencias de comportamiento entre las tipologías de cojines y las relaciones existentes entre las variables de los tres niveles de evaluación.
- ix. Se han identificado valores divergentes de presiones entre las medidas realizadas con el maniquí respecto las obtenidas con las personas en silla de ruedas. Esta divergencia nos permite lanzar dos hipótesis: (1) las medidas con maniquí no son realistas porque no existe una correspondencia directa entre los valores obtenidos con la máquina de ensayos a presiones y los obtenidos con personas en silla de ruedas, y (2) la enorme variabilidad existente para los valores de presiones de los sujetos plantea la duda de las presiones para evaluar cojines de forma absoluta.
- x. Se ha validado el efecto positivo, para los cojines de aire, de incrementar el grosor del cojín. A mayor grosor menor presión e índice de distribución.
- xi. Se han identificado valores recomendables y aceptables para variables concretas de los niveles de caracterización e interacción, niveles 1 y 2 de evaluación, en función de su repercusión sobre los factores específicos de calidad. Las recomendaciones hacen referencia a características del cojín (peso, dimensiones, acabados) y a variables de respuesta (sensación de escurrimiento, firmeza, balanceo o peso, entre otras).
- xii. La comparación entre recomendaciones muestran ciertos comportamientos contradictorios entre los efectos de las mismas variables sobre diferentes respuestas. Así variables que mejoran una determinada características pueden empeorar otras, lo que debería llegar a soluciones de compromiso que consideren el conjunto de requisitos de diseño. Así, la sensación de firmeza mejora al aumentar el índice de distribución, sin embargo, este aumento provocaría un incremento en el riesgo de desarrollo de úlceras. Estas contradicciones deben entenderse como oportunidades de mejora. Si suponemos que elevados índices de distribución se corresponden con mejores percepciones de firmeza porque el usuario hace “tope” en la zona is-



quial, una estrategia acertada seria desplazar esta sensación de tope a otros puntos de las nalgas con menor riesgo de desarrollar úlceras.

- xiii. Al analizar el nivel de cumplimiento de los requisitos y criterios de diseño según familias de cojines, aparecen resultados contradictorios. Los cojines que presentan un buen comportamiento en unos criterios, fallan en otros. Estos resultados indican que se trata de productos poco maduros que parecen diseñados para mejorar una característica específica, sin considerar el efecto sobre otras que también son importantes. Así, por ejemplo, aumentar el grosor de los cojines mejora la superficie de contacto, la presión y la concentración de la misma en la zona isquial però empeora la firmeza y la sensación de deslizamiento.
- xiv. Los resultados de este trabajo apoyan la importancia de una aproximación global a los cojines, que incluya los procesos de diseño, desarrollo y prescripción, donde los usuarios sean mucho más protagonistas de lo que han sido hasta ahora.
- xv. Los resultados de este trabajo también resultarán de utilidad al personal clínico involucrado en la asignación y prescripción de los cojines. Amplían el marco conceptual de aproximación al problema con el desarrollo de una estructura más amplia de análisis y de intervención que pone en evidencia la necesidad de una aproximación integral a un problema de origen multifactorial, como es el del riesgo de desarrollar úlceras por presión.

## 6.2. Trabajo futuro

- i. Sería conveniente introducir en este modelo causa-efecto variables de carácter clínico, relacionadas de forma directa con el riesgo y el desarrollo de úlceras, que contribuyeran también a mejorar los procesos de diseño, desarrollo y prescripción de los cojines con participación de los usuarios.
- ii. Es necesario el desarrollo de nuevos conceptos de cojines que planteen respuestas a las contradicciones identificadas, con incorporación de nuevos diseños, materiales, estructuras nuevas o combinaciones de los mismos.
- iii. Debería profundizarse en las variables de diseño y los aspectos biomecánicos del cojín relacionados con los factores de estabilidad postural y sensación de colapso. Estos factores son los que determinan, con mayor intensidad, la valoración global de bondad y evolución del cojín. Por tanto, son los que pueden aportar mayores posibilidades de mejora.
- iv. El aspecto estético es uno de los peor valorados de los cojines. La aplicación de la ingeniería kansei en este ámbito permitiría incorporar aspectos subjetivos simbólicos de la valoración del cojín, incluida la valoración estética, mediante la determinación y explotación del universo semántico de los usuarios.
- v. Sería bueno plantear modelos globales de asignación y prescripción de cojines que permitieran una mayor individualización del proceso de asignación del cojín para atender las particularidades de cada persona, al mismo tiempo que facilitarían una mayor confluencia entre los criterios médicos, basados en la experiencia y el conocimiento clínico, y las percepciones y preferencias de los usuarios.

---

# Bibliografía

- AENOR, 2012. UNE-EN ISO 9999 V2. Productos de apoyo para personas con discapacidad. Clasificación y terminología (ISO 9999:2011),
- Aissaoui, R. et al., 2001. Analysis of pressure distribution at the body-seat interface in able-bodied and paraplegic subjects using a deformable active contour algorithm. *Medical engineering & physics*, 23(6), pp.359–367.
- Akins, J.S., Karg, P.E. & Brienza, D.M., 2011. Interface shear and pressure characteristics of wheelchair seat cushions. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 48(3), pp.225–234.
- Barberà-Guillem, R., 2010a. La sedestació: passat, present i futur. Claus per a la innovació. Accessible en: [http://autonomia.ibv.org/index.php/es/noticia/show\\_new/23/2574](http://autonomia.ibv.org/index.php/es/noticia/show_new/23/2574).
- Barberà-Guillem, R., 2010b. Recerca, desenvolupament i innovació en els coixins antiescares. Accessible en: <http://vimeo.com/18660267>.
- Barberà-Guillem, R. et al., 2006. Superfícies de prevenció. Característiques bàsiques. II Congreso Nacional de Enfermería Sociosanitaria dentro de la mesa de “Prevención y Tratamiento de las lesiones cutáneas.”
- Barberà-Guillem, R., Poveda-Puente, R. & Garrido, D., 2003. Análisis técnico de cojines para la prevención de las úlceras por presión. In *Contribuciones Tecnológicas para la Discapacidad, I Jornadas CYTED sobre Tecnologías de Apoyo a la Discapacidad - Red VII-K. Riberdiscap 2003*. Natal, Brasil, pp. 47–52.
- Bauer, S. & Buning, M.E., 2009. Industry profile on wheeled mobility., RERC on technology transfer. University of Buffalo.

- Bea Muñoz, M., Salvador Dueso, Ma P. & Pascual Román, V., 1995. Prevención y tratamiento de las úlceras por presión en el paciente inmovilizado. *Rehabilitación (Madr)*, 29, pp.435–445.
- Bennet, G., Dealey, C. & Posnett, J., 2004. The cost of pressure ulcers in the UK. *Age and Ageing*, 33, pp.230–5.
- Black, J. et al., 2007. National Pressure Ulcer Advisory Panel's updated pressure ulcer staging system. *Dermatology and Nursing*, 19(4), pp.343–9.
- Bogie, K., Powell, H.L. & Chester, H.H., 2012. New concepts in the prevention of pressure sores. In *Handbook of Clinical Neurology. Spinal Cord Injury*. Elsevier B.V., pp. 235–246.
- Brienza, D.M., Geyer, M.J. & Karg, P., 2001. Tissue Integrity Management. State of the Science White Paper on Tissue Integrity Management. In *Wheelchair Seating. A State of the Science Conference on Seating Issues for Persons with Disabilities*. Rehabilitation Engineering Center on wheeled Mobility and the School of Health and Rehabilitation Sciences at the University of Pittsburgh, Pittsburgh, Pennsylvania.
- Byrne, D.W. & Salzberg, C.A., 1996. Major risk factors for pressure ulcers in the spinal cord disabled: a literature review. *Spinal Cord*, 34(5), pp.255–263.
- Carrasco de la Peña, J.L., 1995. *El método estadístico en la investigación médica*, Madrid: Editorial Ciencia 3.
- Carrasco de la Peña, J.L. & Hernán Huerta, M.Á., 1993. *Estadística multivariante en las ciencias de la vida: fundamentos, métodos y aplicación*, Madrid: Ciencia 3.
- Chow, J.W. & Levy, C.E., 2011. Wheelchair propulsion biomechanics and wheelers' quality of life: an exploratory review. *Disability & Rehabilitation: Assistive Technology*, 6(5), pp.365–377.
- Coggrave, M.J. & Rose, L.S., 2003. A specialist seating assessment clinic: changing pressure relief practice. *Spinal Cord*, 41(12), pp.692–695.
- Conger, S.A., 2011. *Physical Activity Assessment in Wheelchair users*. Doctoral Dissertations. Tennessee: University of Tennessee, Knoxville.
- Conine, T.A. et al., 1994. Pressure ulcer prophylaxis in elderly patients using polyurethane foam or Jay wheelchair cushions. *International Journal of Rehabilitation Research. Internationale Zeitschrift Für Rehabilitationsforschung. Revue Internationale De Recherches De Réadaptation*, 17(2), pp.123–137.
- Consortium for Spinal Cord Medicine, 2000. *Pressure ulcer prevention and treatment following spinal cord injury: a clinical practice guideline for health-care professionals*, Waldorf: Paralyzed Veterans of America.
- Crane, B.A. et al., 2004. Development of a consumer-driven Wheelchair Seating Discomfort Assessment Tool (WcS-DAT). *International Journal of Rehabilitation Research. Internationale Zeitschrift Für Rehabilitationsforschung. Revue Internationale De Recherches De Réadaptation*, 27(1), pp.85–90.
- Davies, K. et al., 1991. The hidden mortality from pressure sores. *Journal of Tissue Viability*, 1(1):18. Accessible en: <http://www.google.com/> [Accedit 3 gener, 2011].

- 
- Dover, H. et al., 1992. The effectiveness of a pressure clinic in preventing pressure sores. *Paraplegia*, 30(4), pp.267–272.
- Dunn, R.N. & Stander, J., 2008. Pressure sores in spinal cord injury: Active intervention saves costs. *South African Journal of Critical Care*, 24(1), pp.8–12.
- EDAD, 2008. Encuesta de Discapacidad, Autonomía Personal y Situación de Dependencia de 2008 (EDAD, 2008). Accessible en: <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=/t15/p418/a2008/hogares/p01/modulo1&file=pcaxis>.
- EnableNSW & Lifetime Care & Support Authority, 2011. Guidelines for the prescription of a seated wheelchair or mobility scooter for people with a traumatic brain injury or spinal cord injury.
- EPUAP-NPUAP, 2009. European Pressure Ulcer Advisory Panel and National Pressure Ulcer Advisory Panel. Treatment of pressure ulcers: Quick Reference Guide. Washington DC: National Pressure Advisory Panel, 2009.,
- Esperón, JA, 2004. Los conocimientos de las enfermeras sobre las úlceras por presión y sus determinantes. *Gerokomos*, 15(2), pp.107–116.
- Essex, HN et al., 2009. Health-related quality of life in hospital in-patients with pressure ulceration: assessment using generic health-related quality of life measures. *Wound Repair Regeneration*, 17(6), pp.797–805.
- Ferguson-Pell, M.W., 1998. Seat Cushion Selection. In *JRRD Clinical Supplement No 2: Choosing a Wheelchair system*. Journal Rehabilitation and Research Development.
- Ferrarin, M., Andreoni, G. & Pedotti, A., 2000. Comparative biomechanical evaluation of different wheelchair seat cushions. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 37(3), pp.315–324.
- Ferrarin, M. & Ludwig, N., 2000. Analysis of thermal properties of wheelchair cushions with thermography. *Medical & Biological Engineering & Computing*, 38(1), pp.31–34.
- Ferreras, A. et al., 2007. Ergonomic Adaptation of Workplaces for People with Disabilities: Methodology and Examples. In *Challenge for Assistive Technology: AAATE 07*. Donòstia: IOS Press, pp. 136 – 140. Accessible en: <http://ebooks.iospress.nl/publication/610>.
- Ferreras, A., Tortosa, L. & Barberà-Guillem, R., 2003. Adaptación de puestos de trabajo para personas con discapacidad. In *Contribuciones tecnológicas para la discapacidad*. Natal, Brasil: CYTED.
- Fisher, S.V. et al., 1978. Wheelchair cushion effect on skin temperature. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 59(2), pp.68–72.
- Fla Orthopaedics, I., 2003. PosturaInfo. Postura. Accessible en: [www.posturainfo.com](http://www.posturainfo.com) [Accedit 25 abril, 2003].
- Garber, S.L., 1985. Wheelchair cushions for spinal cord-injured individuals. *The American Journal of Occupational Therapy: Official Publication of the American Occupational Therapy Association*, 39(11), pp.722–725.

- García, A.C. et al., 2001. Functionality and personalization. Importance of design aspects and methodological approach. In 2001 World Congress on Mass Customisation and Personalisation.
- García, C. et al., 1992. Ergonomía y mueble. Guía de recomendaciones para el diseño de mobiliario ergonómico.,
- García, F.P., Pancobo, P.L. & Laguna, J.M., 2002. Una guía práctica clínica para prevenir y tratar úlceras por presión en pacientes con riesgo. *Rev. Mult. Gerontol*, 12(1), pp.38–42.
- Geyer, M.J. et al., 2001. A Randomized Control Trial to Evaluate Pressure-Reducing Seat Cushions for Elderly Wheelchair Users. *Advances in Skin and Wound Care*, 14(3), pp.120–129.
- Gil-Agudo, A. et al., 2009. Comparative study of pressure distribution at the user-cushion interface with different cushions in a population with spinal cord injury. *Clinical Biomechanics*, 24(7), pp.558–563.
- Gil-Agudo, A. et al., 2010. Upper limb joint kinetics during manual wheelchair propulsion in patients with different levels of spinal cord injury. *Journal of Biomechanics*, 43(13), pp.2508–2515.
- Hall, J.E. & Guyton, A.C., 2011. *Guyton and Hall textbook of medical physiology* 12th ed., Philadelphia, Pa: Saunders/Elsevier.
- Havenith, G., Holmér, I. & Parsons, K., 2002. Personal factors in thermal comfort assessment: clothing properties and metabolic heat production. *Energy and Buildings*, 34(6), pp.581–591.
- Houghton, P., Campbell, Karen & CPG Panel, 2013. Canadian Best Practice Guidelines for the Prevention and Management of Pressure Ulcers in People with spinal Cord Injury. A resource handbook for clinicians. Accessible en: <http://www.onf.org> [Accedit 26 diciembre, 2014].
- Hsieh, Jane et al., 2014. Pressure Ulcers Following Spinal Cord Injury, Canada: Spinal Cord injury Rehabilitation Evidence. Accessible en: [www.scireproject.com](http://www.scireproject.com).
- IMSERSO, 2013. Convenio especial de cuidadores no profesionales de personas en situación de dependencia. Julio 2013. Accessible en: [http://dependencia.imserso.es/dependencia\\_01/estadisticas/datos\\_estadisticos\\_saad/index.htm?IdcService=GET\\_FILE&dDocName=IM\\_062035&RevisionSelectionMethod=LatestReleased](http://dependencia.imserso.es/dependencia_01/estadisticas/datos_estadisticos_saad/index.htm?IdcService=GET_FILE&dDocName=IM_062035&RevisionSelectionMethod=LatestReleased) [Accedit 1 agosto, 2013].
- INE, 2009. Cifras INE, boletín informativo del instituto Nacional de Estadística. Panorámica de la discapacidad en España. Encuesta de discapacidad, Autonomía personal y situaciones de Dependencia. 2008.
- International Review, 2010. Pressure ulcer prevention: shear, friction and microclimate in context. A consensus document.
- ISO 16840-2, 2007. Wheelchair seating -- Part 2: Determination of physical and mechanical characteristics of devices intended to manage tissue integrity -- Seat cushions,
- ISO/PDTR 16840-9, 2013. Wheelchair seating - Part 9: clinical interface pressure mapping guidelines for seating,

- 
- Itoh, M. & Lee, M., 1993. Epidemiología de la discapacidad en relación con la medicina de rehabilitación. In *Medicina Física y Rehabilitación*. Kottke F.J., Lehman J. Krusen., pp. 222–241.
- Jan, Y.-K. & Brienza, D., 2006. Technology for Pressure Ulcer Prevention. *Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation*, 11(4), pp.30–41.
- Jarosz, E., 1996. Determination of the workspace of wheelchair users. *International Journal of Industrial Ergonomics*, (17), pp.123–133.
- Keast, D.H. et al., 2007. Best practice recommendations for the prevention and treatment of pressure ulcers: update 2006. *Advances in Skin & Wound Care*, 20(8), pp.447–460; quiz 461–462.
- Keller, B.P.J.A et al., 2002. Pressure ulcers in intensive care patients: a review of risks and prevention.
- Kennedy, P. et al., 2003. The effect of a specialist seating assessment clinic on the skin management of individuals with spinal cord injury. *Journal of Tissue Viability*, 13(3), pp.122–125.
- LaPlante, M.P., 2003. Demographic of Wheeled Mobility Device Users.
- Lapsley, HM & Vogels, R., 1996. Cost and prevention of pressure ulcers in an acute teaching hospital. *Int J Qual Health Care*, (8), pp.61–66.
- López Torres, M., 2004. Bases ergonómicas para el diseño y la evaluación de colchones para personas mayores. València: Univesitat Politècnica de València.
- Makhsous, M., Priebe, M., et al., 2007. Measuring tissue perfusion during pressure relief maneuvers: insights into preventing pressure ulcers. *The Journal of Spinal Cord Medicine*, 30(5), pp.497–507.
- Makhsous, M., Rowles, D.M., et al., 2007. Periodically relieving ischial sitting load to decrease the risk of pressure ulcers. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(7), pp.862–870.
- MAYA Heat Transfer Technologies, 2015. MAYA. Thermal Wizard. MAYA - The thermal wizard. Accessible en: <http://www.thermal-wizard.com/tmwiz/default.htm>.
- McInnes, E. et al., 2011. Support for pressure ulcer prevention surfaces, *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2011.
- Moon, Y. et al., 2013. Variability of peak shoulder force during wheelchair propulsion in manual wheelchair users with and without shoulder pain. *Clinical Biomechanics*, 28(9-10), pp.967–972.
- Morrow, M.M.B. et al., 2010. Shoulder demands in manual wheelchair users across a spectrum of activities. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(1), pp.61–67.
- newdisability, 2013. Wheelchair Statistics: How Many Wheelchair Users Are There? Accessible en: <http://www.newdisability.com/wheelchairstatistics.htm> [Accedit 22 gener, 2013].
- NPUAP, 2007. Terms and definitions related to support surfaces.
- Olesen, C.G., 2012. The influence of Sitting conditions on soft Tissue Loads. Denmark: Aalborg University. Accessible en: [http://vbn.aau.dk/files/65551728/Thesis\\_FinalOpt.pdf](http://vbn.aau.dk/files/65551728/Thesis_FinalOpt.pdf) [Accedit 3 agost, 2015].

- Oliveira, A., Gaspar, A. & Quintela, D., 2006. Convective Heat Transfer from a Clothed Manikin. In Windsor Conference: Comfort and Energy Use in Buildings: Getting Them Right. Windsor Great Park, UK.
- Page, A., Instituto de Biomecánica de Valencia & Asociación de Diseñadores de la Comunidad Valenciana, 2001. Nuevas técnicas para el desarrollo de productos innovadores orientados al usuario, [València]: IBV, Instituto de Biomecánica de València.
- Page del Pozo, Á., 1995. Métodos estadísticos en ergonomía., Institut de Biomecànica de València.
- Paquet, V. & Feathers, D., 2004. An anthropometric study of manual and powered wheelchair users. *International Journal of Industrial Ergonomics*, (33), pp.191–204.
- Pierre Dussault, F., 2004. Les aides techniques à la posture., Montréal, Quebec: Agence d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (AETMIS).
- Porcar, R., 1999. Aplicación del análisis multivariante a la obtención de criterios de diseño de mobiliario de oficina. València: Univesitat Politècnica de València.
- Posnett, John, 2003. El coste de las úlceras por presión en el Reino Unido, en Series Documentos de Debate GNEAUPP. No1. "Las úlceras por Presión, un reto para el Sistema de Salud y la sociedad: Repercusiones a nivel epidemiológico, ético, económico y legal."
- Potter, M.C. et al., 2004. *Termodinámica para ingenieros*, Madrid: McGraw-Hill.
- Poveda-Puente, R. et al., 1998. Problemática de los usuarios de sillas de ruedas en España., IBV.
- Poveda-Puente, R. et al., 1997. Valoración de cojines antiescaras por parte de 53 lesionados medulares. , 31(1), pp.35–41.
- Poveda-Puente, R., Barberà-Guillem, R. & Garrido, D., 2003. Análisis comparativo de cojines para la prevención de úlceras por presión (Funco). *Revista de Biomecánica*, (38), pp.9–13.
- Ramón Cantón, C., Salvador Guadayol, C. & Torra i Bou, J.E., 2000. Úlceras por presión: evaluación de la utilización sistemática de un parque de superficies especiales para el manejo de la presión en la unidad de Cuidados Intensivos del Hospital de Terrassa. *Enferm Intensiva*, (11(3)), pp.118–126.
- Ramón Cantón, C. & Torra i Bou, J.E., 2003. Prevención activa y efectiva de las UPP: un reto pendiente. (Editorial). *Medicina Clínica*, 120(15), pp.576–7.
- Regan, M.A. et al., 2009. A Systematic Review of Therapeutic Interventions for Pressure Ulcers After Spinal Cord Injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90(2), pp.213–231.
- Reger, S.I., Ranganathan, V. & Sahgal, V., 2007. Support Surface Interface Pressure, Microenvironment, and the Prevalence of Pressure Ulcers: An Analysis of the Literature. *Ostomy Wound Management*, 53(10), pp.50–58.
- Reuler, J.B & Cooney, T.G, 1986. Úlceras por decúbito: cuando falla la prevención. *Hospital Practice* (Ed. Español), 1(4).
- RNAO, 2007. Registered Nurses' Association of Ontario. (2007). *Assessment of Stage I to IV Pressure Ulcers (Revised)*. Toronto, CANada: Registered Nurses' Associa-



- 
- tion of Ontario. Accessible en:  
[http://www.rnao.org/Storage/29/2371\\_BPG\\_Pressure\\_Ulcers\\_I\\_to\\_IV.pdf](http://www.rnao.org/Storage/29/2371_BPG_Pressure_Ulcers_I_to_IV.pdf).
- Rosalind, H., Aldersea, P. & Porter, D., 1998. *Wheelchair Users and Postural Seating. A clinical approach.*, Churchill Livingstone.
- Sapey, B., Stewart, J. & Donaldson, G., 2004. *The social implications of Increases in Wheelchair Use*, Department of Applied Social Science. Lancaster University.
- SAS, 2007. *Guía de práctica clínica para la prevención y el tratamiento de las úlceras por presión.* Accessible en:  
[http://www.guiasalud.es/GPC/GPC\\_432\\_cuidados\\_UPP\\_compl.pdf](http://www.guiasalud.es/GPC/GPC_432_cuidados_UPP_compl.pdf).
- Scherer, M.J., 2005. *Living in the state of Stuck. How Assistive Technologies Impacts the Lives of People with Disabilities.*, Brookline Books.
- Seymour, R.J. & Lacefield, W.E., 1985. Wheelchair cushion effect on pressure and skin temperature. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 66(2), pp.103–108.
- Shetchman, O. et al., 2001. Comparing Wheelchair Cushions for Effectiveness of Pressure Relief: A Pilot Study. *The Occupational Therapy Journal of Research*, 21(1).
- Simpson, R.C., LoPresti, E.F. & Cooper, R.A., 2008. How many people would benefit from smart wheelchair? , pp.53–72.
- Smith, R. & Leslie, J., 1990. *Rehabilitation Engineering*, Boca Raton: Florida: CRC Press.
- Solaz, J., 2005. A Methodological approach to the determination of the cause-effect relations in automotive seating comfort. In *SAE 2005 World Congress & Exhibition*. Detroit.
- Soldevilla Agreda, J.J., Torra i Bou, J.-E. & Verdú Soriano, J., 2006. Epidemiología, coste y repercusiones legales de las úlceras por presión en España, años 2005-2006.
- Soldevilla, J.J., 1999. Epidemiología de las úlceras por presión en España. Estudio Piloto de la Comunidad Autónoma de la Rioja. *Gerokomos*, 10(2), pp.75–87.
- Sonenblum, S.E. & Sprigle, S.H., 2011. The impact of tilting on blood flow and localized tissue loading. *Journal of Tissue Viability*, 20(1), pp.3–13.
- Sprigle, S., 2007. Research priorities: seating and positioning. *Disability and Rehabilitation. Assistive technology*, 2(3), pp.181–187.
- Sprigle, S., Chung, B. & Meyer, T., 2010. Assessment of the ISO Impact Damping Test for Wheelchair Cushions. *Assistive Technology*, 22(4), pp.236–244.
- Sprigle, S. & Chung, K., 1989. The influence of physical characteristics on seat contours. In *RESNA'89. Proceedings 12th Annual Conference New Orleans, Louisiana 1989*. pp. 240–1.
- Sprigle, S.H. & Eicholtz, M., 2009. *Temperature and Humidity at the Buttock-Wheelchair Cushion Interface.* Accessible en:  
[https://smartech.gatech.edu/bitstream/handle/1853/43218/Sprigle\\_Eicholtz\\_Temp%26HumidityPoster\\_BMES\\_2009.pdf?sequence=1](https://smartech.gatech.edu/bitstream/handle/1853/43218/Sprigle_Eicholtz_Temp%26HumidityPoster_BMES_2009.pdf?sequence=1).

- Sprigle, S. & Press, L., 2003. Reliability of the ISO wheelchair cushion test for loaded contour depth. *Assistive technology: the official journal of RESNA*, 15(2), pp.145–150.
- Sprigle, S., Press, L. & Davis, K., 2001. Development of uniform terminology and procedures to describe wheelchair cushion characteristics. , pp.449–461.
- Sprigle, S. & Sonenblum, S., 2011. Assessing evidence supporting redistribution of pressure for pressure ulcer prevention: a review. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 48(3), pp.203–213.
- Staarink, H.A.M., 1995. *Sitting posture, comfort and pressure: assessing the quality of wheelchair cushions*, Delft: Delft University Press.
- Stack, J. et al., 2009. Analysing and federating the European assistive technology ICT industry. Accessible en: <http://www.epractice.eu/en/library/289725> [Accedit 23 maig, 2012].
- Steinfeld, E. et al., 2010. *Anthropometry of Wheeled Mobility Project. Final report*.
- Stewart, S.F., Palmieri, V. & Cochran, G.V., 1980. Wheelchair cushion effect on skin temperature, heat flux, and relative humidity. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 61(5), pp.229–233.
- Stockton, L. & Rithalia, S., 2009. Pressure-reducing cushions: Perceptions of comfort from the wheelchair users' perspective using interface pressure, temperature and humidity measurements. *Journal of Tissue Viability*, 18(2), pp.28–35.
- Tasker, L. et al., 2014. The effect of seat shape on the risk of pressure ulcers using discomfort and interface pressure measurements. *Prosthetics and Orthotics International*, 38(1), pp.46–53.
- Thomson, J.S. & Brooks, R.G., 1999. The economics of preventing and reating pressure ulcers: a pilot study. *Journal of Bound Care*, 8(6), pp.312–6.
- Titus, L. et al., *Wheeled Mobility and Seating Equipment*. Accessible en: <http://www.sci-reproject.com/book/export/html/27> [Accedit 20 juny, 2014].
- Torra i Bou, J.E., 1998. Epidemiologia de las úlceras por presión o el peligro de una nueva torre de Babel. *Revista ROL de Enfermería*, (238).
- Torra i Bou, J.E., 1997. Valorar el riesgo de presentar úlceras por presión. *Escala de Braden. Revista ROL de Enfermería*, (224), pp.23–30.
- Tortosa, L. et al., 1999. *Ergonomía y discapacidad*, València: IBV.
- Tortosa, L. et al., 1995. *Guía de recomendaciones para el diseño y la selección de mobiliario de oficina para usuarios de sillas de ruedas*, Madrid: Ministerio de Asuntos Sociales, Instituto Nacional de Servicios Sociales (INSERSO).
- Vergara Monedero, M., 1998. *Evaluación ergonómica de sillas. Criterios de evaluación basados en el análisis de la postura*. Castellò: UJI.
- Vignier, N. et al., 2008. Demographics of wheelchair users in France: results of national community-based handicaps-incapacités-dépendance surveys. *Journal of rehabilitation medicine: official journal of the UEMS European Board of Physical and Rehabilitation Medicine*, 40(3), pp.231–239.

---

# Anexo I

# Cuestionarios

## **Introducción**

Este anexo contiene los cuestionarios empleados durante la evaluación del confort térmico en laboratorio (*A.1. Cuestionario confort climático*) y durante el estudio de campo (*A.2. Cuestionario del estudio de campo*).

### A.1. Cuestionario confort climático

Identificación del usuario y del cojín				
<b>(1) Nombre y apellidos del sujeto</b> _____				
<b>(2) Código del cojín</b> _____		<b>(3) Código del usuario</b> _____		<b>(4) Fecha</b> _____
Características del usuario				
<b>Edad:</b>	<b>Género:</b>	<b>Altura:</b>	<b>Peso:</b>	<b>IMC:</b>
años	Hombre / Mujer	cm	Kg	(kg/m <sup>2</sup> )
Condiciones del ensayo				
Descripción variable	Valor inicial	Valor intermedio	Valor final	
Temperatura ambiente	°C	°C	°C	
Humedad relativa ambiente	%	%	%	

	Fase I – min. 0 (inicio)			Fase II – min 20 (final impulsión)			Fase III – min. 40 (final prueba)		
	Incómoda	Normal	Cómoda	Incómoda	Normal	Cómoda	Incómoda	Normal	Cómoda
<b>Confort climático HUMEDAD</b>									
Sensación de humedad en el espacio poplíteo									
Sensación de humedad en el área isquial									
<b>Confort climático TEMPERATURA</b>									
Sensación de humedad en el espacio poplíteo									
Sensación de humedad en el área isquial									
<b>SENSACIÓN HIGROSCÓPICA</b>	Seca	Ni seca ni húmeda	Húmeda	Seca	Ni seca ni húmeda	Húmeda	Seca	Ni seca ni húmeda	Húmeda
Sensación general en el espacio poplíteo									
Sensación general en el área isquial									
<b>SENSACIÓN TÉRMICA</b>	Frío	Ni frío ni calor	Calor	Frío	Ni frío ni calor	Calor	Frío	Ni frío ni calor	Calor
Sensación general en el espacio poplíteo									
Sensación general en el área isquial									

<b>Valoración global</b> del confort térmico del cojín (puntuación 0-10)	
--	--

## A.2. Cuestionario estudio de campo

Análisis de confort del empleo del cojín	
(1) Nombre y apellidos del sujeto _____	(4) Fecha _____
(2) Código del cojín _____	(3) Código del usuario _____
Evaluación inicial (marca con un círculo la respuesta correcta)	
<b>(5) Una vez sentado, indica el estado de comodidad en este momento:</b> 1. Cómodo / 2. Normal / 3. Incómodo	
<b>(6) Tiene sensación de encajado en el cojín, con dificultad para moverse:</b> 1. Mucha / 2. Poca / 3. Nada	
<b>(7) Valoración global del cojín:</b> 1. Buena / 2. Normal / 3. Mala	
Evaluación finalizados los ensayos (marca con un círculo la respuesta correcta)	
<b>(8) Una vez sentado, indica el estado de comodidad en este momento:</b> 1. Cómodo / 2. Normal / 3. Incómodo	
<b>(9) ¿Tiene sensación de encajado en el cojín, con dificultad para moverse?:</b> 1. Mucho / 2. Poco / 3. Nada	
<b>(10) Cuando utiliza el cojín, ¿tiene sensación de balanceo?:</b> 1. Mucho / 2. Poco / 3. Nada	
<b>(11) ¿Nota las irregularidades del suelo, al desplazarse?:</b> 1. Mucho / 2. Poco / 3. Nada	
<b>(12) ¿Amortigua bien el impacto durante las transferencias?:</b> 1. Mucho / 2. Poco / 3. Nada	
<b>(13) El cojín se hunde bajo el peso del sujeto:</b> 1. Mucho / 2. Poco / 3. Nada	
<b>(14) La persona se escurre en la silla:</b> 1. Mucho / 2. Poco / 3. Nada	
<b>(15) Nota zonas de apoyo con mayor presión o, incluso, dolor:</b> 1. Intensa / 2. Ligera / 3. Nada	
<b>(16) El cojín produce sensación de frío al sentarse:</b> 1. Intensa / 2. Ligera / 3. Nada	
<b>(17) Pasada un rato, experimenta sensación de calor:</b> 1. Intensa / 2. Ligera / 3. Nada	
<b>(18) Valora el peso del cojín:</b> 1. Excesivo / 2. Correcto / 3. Demasiado ligero	
<b>(19) Valoro la firmeza del cojín:</b> 1. Excesivo / 2. Correcto / 3. Demasiado ligero	
<b>(20) Valora el grueso del cojín:</b> 1. Excesivo / 2. Correcto / 3. Demasiado ligero	
<b>(21) Valora el acoplamiento del cojín en el asiento habitual:</b> 1. Suelto / 2. Correcto / 3. Encajado	
<b>(22) Estética del cojín:</b> 1. Buena / 2. Normal / 3. Mala	
<b>(23) Valoración global del cojín:</b> 1. Buena / 2. Normal / 3. Mala	
<b>(24) Observaciones adicionales del usuario cono respecto al cojín:</b>	

## A.2. Hoja de participación consentida

### Hoja de información para el participante en el ensayo (no clínico):

Valoración de la interacción biomecánica y fisiológica de los cojines, promovido por el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV)

#### A. Objetivo

determinar los efectos finales del uso del cojín sobre el usuario y su tarea: comodidad/incomodidad, facilidad/dificultad de uso, y la opinión del usuario sobre las características y dimensiones del cojín.

#### B. Investigador responsable del ensayo

Don Ricard Barberà i Guillem.

#### C. Metodología

Los ensayos a realizar constarán de: (1) caracterización de los participantes: toma de dimensiones antropométricas, (2) pruebas subjetivas (test de confort general y aspectos específicos sobre las características del cojín), (3) pruebas objetivas (medición de parámetros posturales, parámetros biomecánicos y parámetros fisiológicos mediante equipo instrumental no invasivo)

#### D. Posibles riesgos derivados del ensayo

Ninguno

E. La participación en este ensayo es de carácter voluntario, cabe la posibilidad de retirarse del mismo en cualquier momento.

F. La responsabilidad del ensayo recae sobre el Instituto de Biomecánica de Valencia.

G. El Instituto de Biomecánica de Valencia se compromete a asegurar la confidencialidad de los datos del participante y a mantener el anonimato de los mismos en el caso de hacer públicos los resultados del ensayo.

H. El investigador responsable informará el posible participante y contestará a sus preguntas antes de que este otorgo su consentimiento para ser incluido en el ensayo.

I. El sujeto o sus representantes legales son libres de responder a las preguntas que se le realizan.

---

\*\*\*\*\*

### MANIFESTACIÓN DE CONSENTIMIENTO (PERSONAL)

Yo, D./Doña ....., habiendo leído la hoja de información del ensayo: valoración *de la interacción biomecánica y fisiológica de los cojines* que me ha sido entregada, y habiendo recibido suficiente información sobre el ensayo, he podido hacer preguntas sobre el mismo a D. Ricard Barberà Guillem, investigador responsable del ensayo.

Comprendo que mi participación es voluntaria, y que puedo retirarme del ensayo en cualquier momento.

Doy libremente mi conformidad para participar en este ensayo.

Guadalajara / València, a.....

Firmado: .....





---

# Anexo II

## Tablas resultantes del análisis de regresión logística

### Introducción

Este anexo contiene las tablas con los valores del análisis de regresión logística binaria, para cada una de las percepciones (nivel 3) con respecto a las variables de interacción y caracterización de los cojines (niveles 2 y nivel 1).

La presentación de los resultados se hace de acuerdo con los factores de calidad identificados en el análisis factorial y las variables que agrupan:

- F1. Estabilidad (Escurrimiento, firmeza y balanceo)
- F2. Calor-dolor (Calor y dolor)
- F3. Encajonamiento (Encajonamiento final e inicial)
- F4. Colapso (Amortiguamiento y hundimiento)
- F5. Tamaño-Estética (Acoplamiento, estética y grueso)
- F6. Frío-peso (Frío y peso)

## II.1. Factor de estabilidad (F1)

Dentro del factor de estabilidad quedan agrupadas las sensaciones de escurrimiento, firmeza y balanceo.

### II.1.1. Sensación de escurrimiento

La sensación de escurrimiento se relaciona con el grueso del cojín a los 10 segundos, variable del nivel 1 de caracterización de los cojines.

#### Resumen de los modelos para el escurrimiento

Paso	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	311,453(a)	0,073	0,097

(a) La estimación ha finalizado en el número de iteración 3 porque las estimaciones de los parámetros han cambiado en menos de 0,001.

#### Tabla de clasificación para la sensación de escurrimiento (a)

Sensación de escurrimiento observada	Sensación de escurrimiento pronosticada		
	Mucha/Poca	Nada	%correcto
Mucha/Poca	64	50	<b>55,9%</b>
Nada	42	82	<b>66,1%</b>
%global			<b>61,2%</b>

(a) El valor de corte es 0,500

#### Variables en la ecuación de escurrimiento

	B	T.	Wald	gl	Sig.	Expt(B)
Gruix10	-0,024	0,006	16,649	1	0,000	0,976
Constante	1,749	0,433	16,341	1	0,000	5,751

a Variable(s) introducida(s) en el paso 1: Gruix10

## II.1.2. Sensación de firmeza

La sensación de firmeza se relaciona con el índice de distribución (ÍD) del nivel 2 de interacción cojín-persona y con la profundidad de contorno y el porcentaje de recuperación a los 20 minutos del nivel 1 de caracterización del cojín.

### II.1.2.1. Criterios de diseño relacionados con las variables de interacción cojín-persona (nivel 2)

#### Índice de distribución

##### Resumen de los modelos para la firmeza

Paso	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	374,071(a)	0,043	0,058

(a) La estimación ha finalizado en el número de iteración 3 porque las estimaciones de los parámetros han cambiado en menos de 0,001.

##### Tabla de clasificación para la sensación de firmeza (a)

Sensación de firmeza observada	Sensación de firmeza pronosticada		
	Poco firme	Correcto	%correcto
Poco firme	78	61	<b>55,9%</b>
Correcto	64	76	<b>54,3%</b>
%global			<b>55,1%</b>

(a) El valor de corte es 0,500

##### Variables en la ecuación de firmeza

	B	T.	Wald	gl	Sig.	Expt(B)
ÍD	0,037	0,011	11,502	1	0,001	1,037
Constante	-1,348	0,418	10,387	1	0,001	0,260

a Variable(s) introducida(s) en el paso 1: ÍD

II.1.2.2. Criterios de diseño relacionados con las variables de caracterización del cojín (nivel 1)

%Recuperación 20 min y profundidad de contorno

Resumen de los modelos para la firmeza

Paso	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
2	315,401(a)	0,119	0,159

(a) La estimación ha finalizado en el número de iteración 4 porque las estimaciones de los parámetros han cambiado en menos de 0,001.

Tabla de clasificación para la sensación de firmeza (a)

Sensación de firmeza observada	Sensación de firmeza pronosticada		
	Poco firme	Correcto	%correcto
<b>Poco firme</b>	86	41	<b>67,7%</b>
<b>Correcto</b>	55	69	<b>55,9%</b>
<b>%global</b>			<b>61,8%</b>

(a) El valor de corte es 0,500

Variables en la ecuación de firmeza

	B	T.	Wald	gl	Sig.	Expt(B)
PC	-0,020	0,009	5,586	1	0,018	0,980
%20min	0,350	0,86	16,560	1	0,000	1,419
Constante	0,864	0,412	4,396	1	0,036	2,372

### II.1.3. Sensación de balanceo

La sensación de balanceo se relaciona con la fuerza horizontal superados 60 segundos, variable del nivel 1 de caracterización de los cojines.

#### Resumen de los modelos para el balanceo

Paso	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	296,007(a)	0,019	0,025

(a) La estimación ha finalizado en el número de iteración 3 porque las estimaciones de los parámetros han cambiado en menos de 0,001.

#### Tabla de clasificación para la sensación de balanceo (a)

Sensación de balanceo observada	Sensación balanceo pronosticada		
	Mucha/Poca	Nada	%correcto
Mucha/Poca	23	78	<b>22,5%</b>
Nada	20	96	<b>82,8%</b>
%global			<b>54,7%</b>

(a) El valor de corte es 0,500

#### Variables en la ecuación de balanceo

	B	T.	Wald	gl	Sig.	Expt(B)
FH60s	-0,009	0,004	3,966	1	0,046	0,991
Constante	1,342	0,621	4,675	1	0,031	3,827

a Variable(s) introducida(s) en el paso 1: FH60s

## II.2. Factor calor-dolor (F2)

Dentro del factor de calor-dolor quedaban agrupadas las sensaciones de calor y de dolor. El análisis de regresión logística binaria no identifica ningún parámetro de primero o de segundo nivel que permita clasificar la sensación de percepción de calor. Para el caso del dolor el parámetro que permite hacer la clasificación es la aceleración del segundo pico.

### II.2.1. Sensación de dolor

Resumen de los modelos para la sensación de dolor

Paso	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	206,071(a)	0,032	0,043

(a) La estimación ha finalizado en el número de iteración 3 porque las estimaciones de los parámetros han cambiado en menos de 0,001.

Tabla de clasificación para la sensación de dolor (a)

Sensación de dolor observada	Sensación de dolor pronosticada		
	Mucha/Poca	Nada	%correcto
<b>Mucha/Poca</b>	47	29	<b>61,9%</b>
<b>Nada</b>	35	41	<b>53,9%</b>
<b>%global</b>			<b>57,9%</b>

(a) El valor de corte es 0,500

Variables en la ecuación del dolor

	B	T.	Wald	gl	Sig.	Expt(B)
2on Pico Accel.	0,607	0,281	4,676	1	0,031	1,836
Constante	-0,646	0,336	3,687	1	0,055	0,524

a Variable(s) introducida(s) en el paso 1: 2on Pico Accel.

## II.3. Factor de encajonamiento (F3)

Dentro del factor de encajonamiento quedan agrupadas las sensaciones de encajonamiento final y encajonamiento inicial.

### II.3.1. Sensación de encajonamiento final

La sensación de encajonamiento final se relaciona con la presión máxima (Pmax10) del nivel 2 de interacción cojín-persona y con la histéresis del nivel 1 de caracterización del cojín.

#### II.3.1.1. Criterios de diseño relacionados con las variables de interacción cojín-persona (nivel 2)

##### Resumen de los modelos para el encajonamiento final

Paso	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	401,611(a)	0,035	0,047

(a) La estimación ha finalizado en el número de iteración 4 porque las estimaciones de los parámetros han cambiado en menos de 0,001.

##### Tabla de clasificación para la sensación de encajonamiento final (a)

Sensación de encajonamiento observada	Sensación de encajonamiento pronosticada		
	Mucha/Poca	Nada	%correcto
Mucha/Poca	102	49	<b>67,7%</b>
Nada	79	68	<b>46,3%</b>
%global			<b>57,1%</b>

(a) El valor de corte es 0,500

##### Variables en la ecuación del encajonamiento final

	B	T.	Wald	gl	Sig.	Expt(B)
Pmax10	1,552	0,507	9,391	1	0,002	4,722
Constante	-1,279	0,424	9,127	1	0,003	0,278

a Variable(s) introducida(s) en el paso 1: Pmax10

II.3.1.2. Criterios de diseño relacionados con las variables de caracterización de los cojines (nivel I)

Resumen de los modelos para el encajonamiento final

Paso	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	354,704(a)	0,06735	0,089

(a) La estimación ha finalizado en el número de iteración 4 porque las estimaciones de los parámetros han cambiado en menos de 0,001.

Tabla de clasificación para la sensación de encajonamiento final (a)

Sensación de encajonamiento observada	Sensación de encajonamiento pronosticada		
	Mucha/Poca	Nada	%correcto
<b>Mucha/Poca</b>	87	53	<b>62,1%</b>
<b>Nada</b>	58	71	<b>55,0%</b>
<b>%global</b>			<b>58,7%</b>

(a) El valor de corte es 0,500

VARIABLES EN LA ECUACIÓN DEL ENCAJONAMIENTO FINAL

	B	T.	Wald	gl	Sig.	Expt(B)
Hist	-0,181	0,044	16,968	1	0,000	0,835
Constante	0,756	0,236	10,218	1	0,001	2,129

a Variable(s) introducida(s) en el paso 1: Hist



### II.3.2. Sensación de encajonamiento inicial

La sensación de encajonamiento inicial se relaciona con la presión máxima (Pmax10) y la superficie de contacto del nivel 2 de interacción cojín-persona y con la histéresis del nivel 1 de caracterización del cojín.

#### II.3.2.1. Criterios de diseño relacionados con las variables de interacción cojín-persona (nivel 2)

##### Resumen de los modelos para el encajonamiento inicial

Paso	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	387,333(a)	0,121	0,161

(a) La estimación ha finalizado en el número de iteración 4 porque las estimaciones de los parámetros han cambiado en menos de 0,001.

##### Tabla de clasificación para la sensación de encajonamiento inicial (a)

Sensación de encajonamiento observada	Sensación de encajonamiento pronosticada		
	Mucha/Poca	Nada	%correcto
<b>Mucha/Poca</b>	103	52	<b>66,7%</b>
<b>Nada</b>	53	100	<b>65,4%</b>
<b>%global</b>			<b>66,0%</b>

(a) El valor de corte es 0,500

##### Variables en la ecuación del encajonamiento inicial

	B	T.	Wald	gl	Sig.	Expt(B)
Pmax10	-1,103	0,357	9,533	1	0,002	0,332
Superficie	-0,004	0,001	32,523	1	0,000	0,996
Constante	5,260	0,919	32,747	1	0,000	192,558

II.3.1.2. Criterios de diseño relacionados con las variables de caracterización de los cojines (nivel I)

Resumen de los modelos para el encajonamiento inicial

Paso	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	375,080(a)	0,075	0,101

(a) La estimación ha finalizado en el número de iteración 3 porque las estimaciones de los parámetros han cambiado en menos de 0,001.

Tabla de clasificación para la sensación de encajonamiento inicial (a)

Sensación de encajonamiento observada	Sensación de encajonamiento pronosticada		
	Mucha/Poca	Nada	%correcto
<b>Mucha/Poca</b>	110	45	<b>70,8%</b>
<b>Nada</b>	58	75	<b>56,4%</b>
<b>%global</b>			<b>64,2%</b>

(a) El valor de corte es 0,500

Variables en la ecuación del encajonamiento inicial

	B	T.	Wald	gl	Sig.	Expt(B)
Hist	-0,221	0,049	20,741	1	0,000	0,802
Constante	0,882	0,255	11,963	1	0,001	2,129

a Variable(s) introducida(s) en el paso 1: Hist

## II.4. Factor de colapso (F4)

Dentro del factor de colapso quedan agrupadas las sensaciones de amortiguamiento o de hundimiento. El análisis de regresión logística binaria no identifica ningún parámetro de primero o de segundo nivel que permita clasificar la sensación de percepción de amortiguamiento. Para el caso del hundimiento la variable que permite hacer la clasificación es la recuperación porcentual pasados 20 minutos, variable del nivel 1 de caracterización de los cojines.

### II.4.1. Sensación de hundimiento

Resumen de los modelos para el hundimiento

Paso	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	272,210(a)	0,045	0,060

(a) La estimación ha finalizado en el número de iteración 3 porque las estimaciones de los parámetros han cambiado en menos de 0,001.

Tabla de clasificación para la sensación de hundimiento (a)

Sensación de hundimiento observada	Sensación de hundimiento pronosticada		
	Mucha/Poca	Nada	%correcto
<b>Mucha/Poca</b>	95	6	<b>94,3</b>
<b>Nada</b>	84	19	<b>18,4</b>
<b>%global</b>			<b>55,9</b>

(a) El valor de corte es 0,500

Variables en la ecuación del hundimiento

	B	T.	Wald	gl	Sig.	Expt(B)
%20min	0,210	0,075	7,836	1	0,005	1,233
Constante	-0,072	0,146	0,246	1	0,620	0,930

a Variable(s) introducida(s) en el paso 1: %20min

## II.5. Factor de tamaño-estética (F5)

Dentro del factor de tamaño-estética quedan agrupadas las sensaciones de grueso, estética y acoplamiento del cojín.

### II.5.1. Sensación de acoplamiento del cojín

La sensación de acoplamiento del cojín se relaciona con el grueso del cojín del nivel 1 de caracterización del cojín.

#### Resumen de los modelos para el acoplamiento

Paso	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	370,937(a)	0,118	0,157

(a) La estimación ha finalizado en el número de iteración 4 porque las estimaciones de los parámetros han cambiado en menos de 0,001.

#### Tabla de clasificación para la sensación de acoplamiento (a)

Sensación de acoplamiento observada	Sensación de acoplamiento pronosticada		
	Encajado	Correcto	%correcto
<b>Encajado</b>	103	45	<b>69,7%</b>
<b>Correcto</b>	70	77	<b>52,4%</b>
<b>%global</b>			<b>61,0%</b>

(a) El valor de corte es 0,500

#### Variables en la ecuación de acoplamiento

	B	T.	Wald	gl	Sig.	Expt(B)
GCo	-,358	0,065	30,482	1	0,000	0,699
Constante	3,122	0,587	28,303	1	0,000	22,703

a Variable(s) introducida(s) en el paso 1: Gco

## II.5.2. Percepción Estética

### Resumen de los modelos para la percepción estética

Paso	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	284,368(a)	0,180	0,241

(a) La estimación ha finalizado en el número de iteración 20 porque se han alcanzado las iteraciones máximas. No se ha encontrado una solución definitiva.

### Tabla de clasificación para la percepción estética (a)

Percepción estética observada	Percepción estética pronosticada		
	Mala	Buena	%correcto
<b>Mala</b>	105	15	<b>87,5%</b>
<b>Buena</b>	62	58	<b>48,3%</b>
<b>%global</b>			<b>67,9%</b>

(a) El valor de corte es 0,500

### Variables en la ecuación de percepción estética

	B	T.	Wald	gl	Sig.	Expt(B)
Harto		0,703	24,279	16	<b>0,000</b>	0,813
Harto(1)	-0,208	0,693	0,087	1	0,768	1,000
Harto(2)	0,000	10742,023	0,000	1	1,000	3016899309,
Harto(3)	21,827	0,688	0,000	1	0,998	226
Harto(4)	1,705	0,847	6,137	1	<b>0,013</b>	5,500
Harto(5)	0,223	0,677	0,069	1	0,792	1,250
Harto(6)	0,405	0,358	0,358	1	0,550	1,500
Constante	-0,625	0,620	1,016	1	0,313	0,535

a Variable(s) introducida(s) en el paso 1: Harto

Harto(1) = agua-hielo / Harto(2) = espuma-gel / Harto(3) = espuma-fluid / Harto(4) = aire / Harto(5) = borreguet / Harto(6) = espuma látex / Harto (7) = fibras siliconades

### II.5.3. Sensación de grueso del cojín

La sensación de grueso del cojín se relaciona con el grueso del cojín del nivel 1 de caracterización del cojín.

Resumen de los modelos para el grueso del cojín

Paso	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	275,887(a)	0,133	0,178

(a) La estimación ha finalizado en el número de iteración 4 porque las estimaciones de los parámetros han cambiado en menos de 0,001.

Tabla de clasificación para la sensación de grueso (a)

Sensación de grueso observada	Sensación grueso pronosticada		
	Encajado	Correcto	%correcto
<b>Excesivo</b>	84	27	<b>75,8%</b>
<b>Correcto</b>	42	69	<b>62,2%</b>
<b>%global</b>			<b>69,0%</b>

(a) El valor de corte es 0,500

VARIABLES EN LA ECUACIÓN DE GRUESO DEL COJÍN

	B	T.	Wald	gl	Sig.	Expt(B)
GCo	-,358	0,070	26,472	1	0,000	0,699
Constante	3,024	0,611	24,515	1	0,000	20,581

a Variable(s) introducida(s) en el paso 1: Gco

## II.6. Factor de frío-peso (F6)

Dentro del factor de frío-peso quedan agrupadas las sensaciones de frío y de peso.

### II.6.1. Sensación de peso

Resumen de los modelos para el peso del cojín

Paso	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	264,672(a)	0,361	0,481

(a) La estimación ha finalizado en el número de iteración 5 amelgo laso estimaciones de los parámetros han cambiado en menos de 0,001.

Tabla de clasificación para la sensación de peso (a)

Sensación de peso observada	Sensación de peso pronosticada		
	Excesivo	Correcto	%correcto
<b>Excesivo</b>	93	48	<b>65,7%</b>
<b>Correcto</b>	16	125	<b>88,7%</b>
<b>%global</b>			<b>77,2%</b>

(a) El valor de corte se 0,500

Variables en la ecuación de peso del cojín

	B	T.	Wald	gl	Sig.	Expt(B)
PCoixi	-0,728	0,091	64,282	1	0,000	0,483
Constante	2,093	0,261	64,283	1	0,000	8,113

a Variable(s) introducida(s) en el paso 1: PCoixi







*“Incorporar al usuario de forma adecuada en la evaluación, prescripción y desarrollo de nuevos cojines es un aspecto clave, identificado claramente en la bibliografía, que requiere el uso de modelos de innovación que faciliten esta incorporación de forma sistemática.*

*Este trabajo de investigación adopta el modelo de evaluación causa-efecto, usado con éxito en ámbitos como la automoción o el calzado, pero que hasta la fecha no se había utilizado en el campo de los cojines para la prevención de las úlceras por presión.*

*El uso de este modelo ha permitido la identificación de diversos encadenamientos entre las consecuencias de la interacción cojín-persona (percepción desarrollada por el usuario) con las características del cojín y de la persona, así como con la respuesta fisiológica y biomecánica resultante de esta interacción”.*