

Grau en Estadística

Títol: Anàlisi de la usabilitat i percepció emocional de platges fent servir enginyeria kansei

Autor: Marta Piñol Palau

Director: Lluís Marco Almagro

Departament: Departament de Estadística i Investigació Operativa, Universitat Politècnica de Catalunya

Convocatòria: Juny 2019



Agraïments

En primer lloc, voldria agrair al Lluís Marco Almagro per la seva ajuda, el temps dedicat i els coneixements que m'ha facilitat.

En segon lloc, al Jesús Corral López, per la seva aportació sobre quines eren les característiques rellevants de les platges que ens va ajudar a determinar alguns aspectes del estudi, i a la Lourdes Rodero de Lamo pels seus suggeriments metodològics. També, agrair a les persones que es van mostrar disposades a realitzar l'enquesta.

Finalment, a la meva família i amics per haver-me recolzat durant tot aquest temps.

Resum

L'Enginyeria Kansei és una tècnica quantitativa d'estudi, dins el disseny emocional, molt utilitzada en estudis amb productes industrials. L'objectiu principal d'aquesta tècnica és relacionar els paràmetres tècnics d'un producte amb les percepcions o sensacions que provoca als usuaris.

En aquest treball s'aplica la metodologia d'Enginyeria Kansei per estudiar la usabilitat i percepció emocional de les platges.

Un dels passos de l'estudi és l'avaluació d'estímuls pels usuaris. L'elecció d'aquests estímuls està directament relacionada amb l'elecció dels factors, paràmetres tècnics del producte objecte d'estudi. En el cas de les platges, són rellevants molts factors i això suposa un problema alhora de decidir quants i quins seran els estímuls escollits per mostrar als participants del estudi. Aquest problema pot ser comú en molts altres estudis d'Enginyeria Kansei. Per tant, es proposa una solució metodològica per tractar aquests casos.

Paraules Clau

Enginyeria Kansei, Disseny Emocional, platges, selecció de prototips, modelització

Abstract

Kansei Engineering is a quantitative study technique, in the emotional design, very used in studies with industrial products. The main objective of this technique is to relate the technical parameters of a product with the perceptions or sensations that it causes to the users.

In this work, the methodology of Kansei Engineering is applied to study the usability and emotional perception of the beaches.

One of the steps of the study is the assessment of stimuli by users. And the selection of these stimuli is directly related to the selection of factors, the technical parameters of the protagonist product of the study. In the case of beaches, many factors are relevant, and this is a problem at the time of deciding which and what are the stimuli chosen to show to the participants of the study. This problem can be usual in many other Kansei Engineering studies. Therefore, a methodological solution is proposed to deal with these cases.

Key words:

Kansei Engineering, Emotional Design, beaches, prototype selection, modeling

Classificació AMS:

62K15 Factorial designs

68U20 Simulation

62-07 Data analysis

00A06 Mathematics for nonmathematicians (engineering)

Contingut

1. Introducció	1
1.1. Motivacions de l'estudi	1
1.2. Objectius.....	1
1.3. Metodologia	2
2. Què és l'Enginyeria Kansei?	3
2.1. Passos de la metodologia	4
2.2. Maneres de recollir les dades.....	6
2.3. Tipus d'escala.....	7
3. Enginyeria Kansei: model d'estudi.....	9
4. Models de regressió en la fase de síntesi	15
5. Estudi de platges – Fase 1	22
5.1. Revisió bibliogràfica sobre la valoració de platges pels usuaris.....	22
5.2. Estudi de l'espai semàntic	24
5.3. Estudi de l'espai de propietats	25
6. El problema de la selecció dels prototips	28
6.1. Exemple d'una mala selecció dels prototips	28
6.2. Índex de Claredat.....	29
6.3. Acotar l'Índex de Claredat	34
6.3.1. Índex de Similitud.....	37
6.3.2. Resultats simulacions	40
7. Estudi de platges – Fase 2	47
7.1. Selecció dels prototips per l'estudi de les platges	47
7.2. Recollida de dades.....	51
8. Estudi de platges – Fase 3	55
8.1. Anàlisi de dades: síntesi.....	57
8.2. La platja ideal.....	63
9. Conclusions	66
9.1. Conclusions sobre la metodologia i els resultats	66
9.2. Possibles extensions	67
Bibliografia	69

Llistat de figures

Figura 2.1. Diagrama de flux dels passos de la metodologia	6
Figura 2.2. Escala diferencial semàntica	7
Figura 2.3. Escala de Likert	7
Figura 2.4. Escala ordinal.....	8
Figura 2.5. Escala analògica visual.....	8
Figura 3.1. Projectió en el primer pla factorial paraules Kansei exemple samarretes	14
Figura 3.2. Gràfic de radar paraules Kansei exemple samarretes	14
Figura 5.1. Factors resultants de la pluja d'idees.....	26
Figura 6.1. Dos possibles conjunts de samarretes que es podrien utilitzar en l'estudi de EK. 28	
Figura 6.2. Càlcul de l'IC1 quan s'utilitza el conjunt complet de prototips	31
Figura 6.3. Càlcul de l'IC1 quan s'utilitza un conjunt de prototips reduïts	31
Figura 6.4. Càlcul de l'IC1 quan s'utilitza un conjunt de prototips reduïts	32
Figura 6.5. Conjunts de prototips per exemplificar el comportament de les tres versions de l'IC.....	33
Figura 6.6. Model QT1 teòric samarretes	35
Figura 6.7. Conjunt de prototips prescindint del número 12 i càlcul IC3	38
Figura 6.8. Histograma Índex de Similitud Global.....	42
Figura 6.9. Histogrames Índex de Similitud Global per cada número de prototips.....	43
Figura 6.10. Gràfic de dispersió IC1 vs ISg	44
Figura 6.11. Gràfic de dispersió IC2 vs ISg	45
Figura 6.12. Gràfic de dispersió IC3 vs ISg	45
Figura 7.1. Matriu ortogonal obtinguda amb ORTHOPLAN SPSS.....	49
Figura 7.2. Número de prototips platges VS màxim IC	50
Figura 7.3. Llegenda dibuixos platges	52
Figura 7.4. Targeta per al prototip de platja número 1	52
Figura 7.5. Foto presa durant la recollida de dades.....	54
Figura 8.1. Projectió en el primer pla factorial de les paraules Kansei	55
Figura 8.2. Gràfic de radar per les paraules Kansei.....	56
Figura 8.3. Perfils per les paraules Kansei Familiar i Segura	56

Figura 8.4. Importància relativa dels factors significatius per la paraula Kansei Segura.....	57
Figura 8.5. Resultats QT1 per la paraula Kansei Segura.....	58
Figura 8.6. Importància relativa dels factors significatius per la paraula Kansei Familiar.....	59
Figura 8.7. Resultats QT1 per la paraula Kansei Familiar.....	60
Figura 8.8. Importància relativa dels factors significatius per la paraula Kansei Accessible ...	60
Figura 8.9. Resultats QT1 per la paraula Kansei Accessible	61
Figura 8.10. Importància relativa dels factors significatius per la paraula Kansei Divertida ...	62
Figura 8.11. Resultats QT1 per la paraula Kansei Divertida.....	63

Llistat de taules

Taula 3.1. Prototips de samarretes	10
Taula 3.2. Dades exemple samarretes per la paraula Kansei moderna.....	11
Taula 4.1. Matriu de disseny exemple samarretes	16
Taula 4.2. Càlcul dels coeficients transformats per al ítem Estampat	18
Taula 4.3. Resultats test significació ítems color, màniga i estampat.	19
Taula 5.1. Paraules Kansei estudi platges	25
Taula 5.2. Factors i nivells per l'estudi de les platges	27
Taula 6.1. Taula de contingència entre els factors X i Y.....	30
Taula 6.2. Comportament de les tres versions del índex de claredat.....	34
Taula 6.3. Matriu de disseny de l'exemple de les samarretes amb unitats codificades	35
Taula 6.4. Resultats test significació factors pel conjunt complet.....	35
Taula 6.5. Nombre de prototips VS Nombre de subconjunts	37
Taula 6.6. Resultats test significació factors per el conjunt de prototips prescindint del número 12	39
Taula 6.7. Resum numèric de <i>IC1</i> vs Nombre de prototips	40
Taula 6.8. Resum numèric de <i>IC2</i> vs Nombre de prototips	40
Taula 6.9. Resum estadístic descriptiu de <i>IC3</i> vs Nombre de prototips	41
Taula 6.10. Resum numèric <i>ISg</i>	41
Taula 6.11. Resum numèric <i>ISg</i> vs Nombre de prototips	42
Taula 7.1. Factors i nivells de l'estudi de les platges.....	48
Taula 7.2. Prototips platges.....	51
Taula 8.1. Edats participants de l'estudi	55
Taula 8.2. Taula resum de la fase de síntesi.....	64

1. Introducció

1.1. Motivacions de l'estudi

L'Enginyeria Kansei és una eina molt utilitzada per estudiar l'impacte emocional que té el disseny d'un producte sobre els seus usuaris (Grimsaeth et al., 2010). En canvi, no es troben referències de la utilització d'aquesta eina per estudiar l'impacte emocional en les platges. Per això, quan el meu tutor, en Lluís Marco, em va proposar aquest projecte em va semblar molt interessant.

La platja és un dels béns més preuats de Catalunya i penso que és necessari saber que és allò que fa que aquesta agradi als seus visitants i encara és més important saber que li manca o que té perquè no sigui ben valorada. Aquesta és una altra motivació per portar a terme aquest treball.

Fent servir com a "excusa" l'estudi de les platges, pretenem també fer alguna aportació metodològica en la selecció dels prototips que es presenten a la fase de recollida de dades de qualsevol estudi d'Enginyeria Kansei. Aquest és un tema molt important, però gens tractat a la literatura.

1.2. Objectius

L'objectiu principal que es persegueix és aplicar l'Enginyeria Kansei en un estudi sobre la usabilitat i percepció emocional de platges.

D'aquest propòsit principal, esdevenen els següents objectius a complir amb la realització d'aquest Treball de Final de Grau.

- Descobrir les impressions que es vol que causi una platja, de manera que sigui ben valorada pels usuaris.
- Determinar les característiques tècniques de la platja per tal que transmeti les sensacions desitjades (i que no transmeti les no desitjades).
- Fer aportacions metodològiques en funció de les necessitats que sorgeixin mentre es desenvolupi el cas d'estudi. Concretament, ha calgut desenvolupar una metodologia per reduir la quantitat de prototips que es presenten per ser avaluats.

- Crear sistemes de presentació dels resultats que ajudin a la interpretació correcta.

1.3. Metodologia

En aquest treball, en primer lloc, s'ha realitzat una cerca i recopilació de bibliografia per al desenvolupament dels continguts més teòrics com és la tècnica de que tracta l'Enginyeria Kansei i les eines que es poden utilitzar per desenvolupar cada pas d'aquesta. De la mateixa manera, també, s'ha explorat el coneixement existent sobre la valoració i percepció de platges pels usuaris.

Per desenvolupar una metodologia per reduir la quantitat de prototips que es presenten per ser avaluats s'han fet servir dades simulades, i per l'estudi sobre la usabilitat i percepció emocional de les platges s'han recollit dades a través d'enquestes. Per tractar totes les dades, ja siguin simulades o reals, s'ha fet servir, majoritàriament, el software estadístic R (R Development Core Team 2010), especialment el programa Rstudio. Els paquets més utilitzats han estat: `ggplot2` (per a la creació de gràfics), `FactoMineR` (per a crear projeccions de les primeres components principals) i `nlme` (per estimar models lineals d'efectes mixtes). S'han fet servir, també, funcions del paquet base de R. També s'ha usat el programa SPSS per la generació de matrius de disseny ortogonals.

2. Què és l'Enginyeria Kansei?

En el món actual en el que vivim, som cada vegada més exigents alhora d'escollir un producte o servei. No només busquem productes que funcionin bé, sinó que ens agradin.

Els dissenyadors d'un producte, quan volen conèixer quines són les necessitats del client no només es basen en investigar sobre aquelles necessitats referides a la funcionalitat del producte, sinó que tracten de descobrir les seves necessitats emocionals. Descobrir quines són les necessitats emocionals dels clients no acostuma a ser fàcil ja que els clients no solen expressar-les, probablement perquè ni ells mateixos saben que les tenen ni quines són. Fins i tot quan es descobreixen aquestes necessitats emocionals, no és obvi quines propietats tècniques del producte provocaran aquestes emocions desitjades.

Per incorporar aquest "to emocional" en el disseny d'un producte, s'utilitzen diferents mètodes qualitius i quantitius per recopilar informació sobre com és percebent i utilitzen els productes. El disseny emocional comprèn diversos d'aquests mètodes. Com diu Norman (2005), "El disseny emocional té com a objectiu que les nostres vides siguin més agradables. Dissenyar productes i serveis que es gaudeixin i fins i tot diverteixin, que no només siguin funcionals".

L'Enginyeria Kansei (EK) és una tècnica quantitativa d'estudi dins del disseny emocional. Sorgeix de la idea que la experiència de consum d'un producte és tan important com el producte en sí mateix. El seu origen és japonès. La síl·laba "kan" significa sentit, i la síl·laba "sei" sensibilitat; tot junt es pot interpretar com "la sensibilitat percebuda a través dels sentits". D'això justament tracta l'EK, d'incorporar emocions al disseny a través dels nostres cinc sentits dotant al producte d'un valor intangible.

Basat en una definició de Kansei de Mitsuo Nagamachi (fundador de l'Enginyeria Kansei), Schütte (2005) proposa la següent explicació de Kansei: "Kansei és una impressió subjectiva de l'individu sobre un determinat artefacte, entorn o situació utilitzant tots els sentits, la vista, l'audició, el sentiment, l'olor, el gust i el sentit de l'equilibri, així com el reconeixement"

El Kansei obtingut d'una situació o d'un producte és una experiència holística, ja que inclou tots els sentiments que experimenta un individu. Amb l'EK, s'intenta "capturar els Kansei" que un producte transmet, és a dir, tots els sentiments que una persona experimenta.

Tot i que el Kansei obtingut és individual perquè diferents persones poden tenir sentiments diferents davant de la mateixa cosa, amb l'EK s'assumeix que un gran grup de persones compartiran el mateix Kansei d'un producte.

Per ser més concrets, l'EK és una tècnica que pretén traduir les emocions que els productes produeixen, en paràmetres tècnics. Per tant, el seu objectiu bàsic és descobrir de quina manera algunes propietats d'un producte transmeten certes emocions als seus usuaris.

Així, l'EK és un tipus de disseny emocional que destaca per tres fets (tal com suggereix Marco-Almagro i Tort-Martorell (2012) a la tesis doctoral *Statistical Methods in Kansei Engineering Studies*, pàgina 39):

- Té l'objectiu de connectar les propietats físiques d'un producte amb les emocions que provoca.
- Tracta de descriure tot el ventall d'emocions que un producte pot transmetre. No es modela una resposta única, sinó tantes com els conceptes necessaris per cobrir tota la gamma d'emocions esperades.
- Es basa en la recopilació de dades quantitatives (normalment puntuacions realitzades pels usuaris). Normalment, s'utilitzen mètodes estadístics o tècniques d'aprenentatge automàtic per vincular les propietats físiques amb les percepcions provocades.

2.1. Passos de la metodologia

Els passos per seguir el model de l'Enginyeria Kansei es mostren en el diagrama de flux de la Figura 2.1. A continuació, s'ofereix una breu descripció de cada punt.

FASE 1. A la primera fase l'investigador ha de determinar quin és l'objectiu de l'estudi, deixar clar que és el que realment es vol descobrir.

1. **Selecció del domini del producte:** es tracta de definir el producte que serà l'objecte protagonista de l'estudi i el grup d'individus a qui va dirigit.
2. **Descobrir l'espai semàntic:** s'escullen les paraules que descriuen emocionalment el producte (anomenades paraules Kansei). L'ideal és cobrir tot el ventall d'emocions que el producte pot descriure, però, en molts estudis s'inclouen només aquelles rellevants segons els dissenyadors del producte. El conjunt inicial de paraules acostuma a ser molt ampli i es redueix mitjançant diagrames d'afinitat o tècniques multivariants, com ara l'anàlisi cluster. La sortida d'aquest pas és una llista amb totes les paraules Kansei que s'utilitzaran a l'estudi.

3. **Descobrir l'espai de propietats del producte:** es recullen atributs del disseny del producte estudiat, és a dir, les característiques tècniques d'aquest. Per a cada atribut es consideren diversos valors possibles. Es prioritzen els atributs que els dissenyadors del producte pensen que poden tenir un efecte sobre la resposta emocional.

FASE 2. En aquesta fase un conjunt de productes (ja sigui productes reals o prototips) es prepara per mostrar als participants de l'estudi. Es decideix de quina manera s'enquestarà als participants i es recullen les dades.

4. **Recollida de dades:** es demana als participants que valorin cada producte per a totes les paraules Kansei. Els participants són seleccionats de manera que representin el grup d'individus a qui va dirigit el producte.

FASE 3. A l'última fase s'analitzen les dades obtingudes al pas anterior i s'arriba a una sèrie de conclusions.

5. **Síntesi:** mitjançant mètodes estadístics o tècniques d'aprenentatge automàtic, s'estableix un enllaç entre els atributs del producte (espai de propietats) i les paraules Kansei (espai semàntic).
6. **Presentació de resultats:** es mostren les conclusions a partir de gràfics o altres eines descriptives.

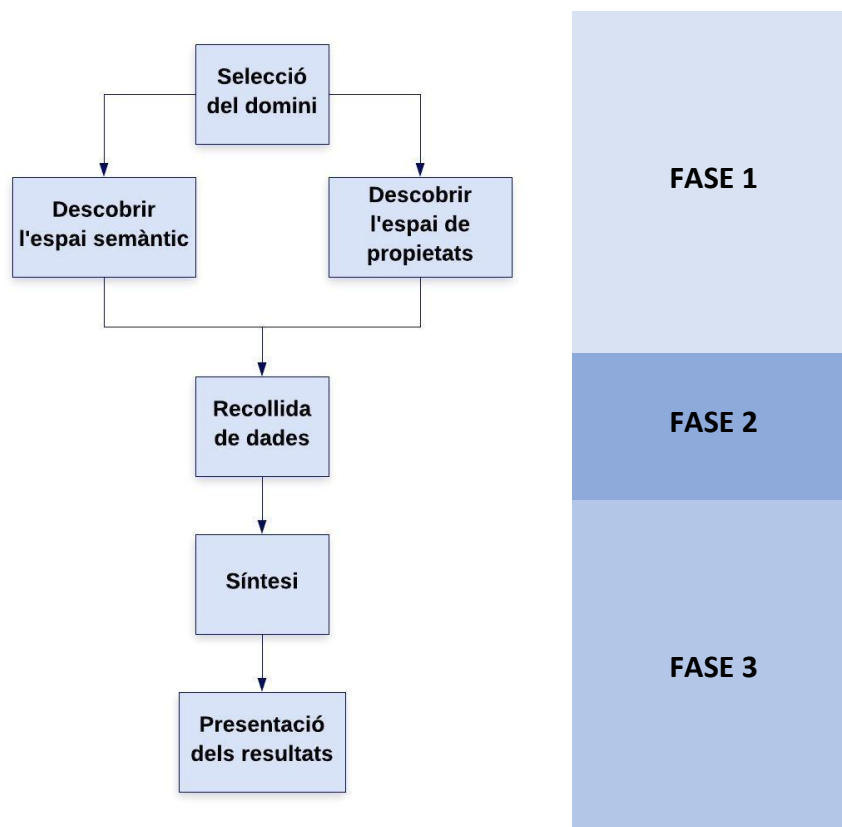


Figura 2.1. Diagrama de flux dels passos de la metodologia

2.2. Maneres de recollir les dades

A l'hora de recollir les dades, es pot optar per una d'aquestes opcions:

1. **Puntuar els productes:** es mostra el producte i la persona ha de valorar-lo per cada paraula Kansei. La classificació es fa, per exemple, en una escala de 5 punts, on 1 significa "el producte no es correspon gens a la paraula Kansei" i 5 significa "el producte es correspon molt la paraula Kansei".
2. **Classificar els productes:** es mostren els m productes i cada participant els ordena per cada paraula Kansei. El primer producte del rànquing és el menys corresponent amb la paraula Kansei, i l'últim el més.
3. **Seleccionar els productes:** els productes es presenten per parelles (o d'altres agrupacions, com en tres o quatre, però probablement no més, ja que seria difícil de comparar). Per exemple, es presenten els productes 1 i 4, i el participant ha de triar quin és el més partidari a la paraula Kansei. Un cop feta aquesta selecció, es presenta un altre parell de productes, etc.

2.3. Tipus d'escala

En el cas que la manera de recollir les dades sigui puntuar els productes, convé utilitzar una escala. Les més comuns són:

1. **Escala diferencial semàntica (DS):** s'utilitzen dues paraules kansei, una a l'esquerra i una altre a la dreta, les quals són antònimes (Osgood et al., 1967).

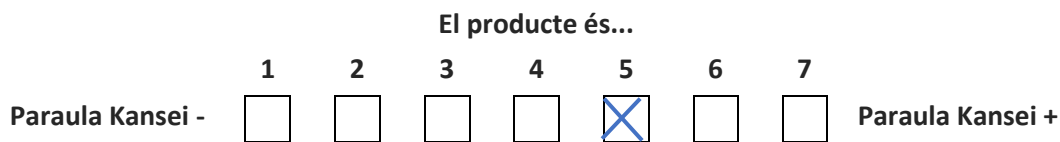


Figura 2.2. Escala diferencial semàntica

2. **Escala de Likert:** només s'utilitza una paraula Kansei i es mesura el nivell d'acord o desacord amb aquesta.

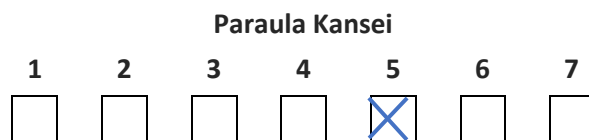


Figura 2.3. Escala de Likert

Ambdues escales estan subjectes a diferents tipus de biaix. Val la pena esmentar dos d'ells:

- Biaix de tendència central: els enquestats eviten utilitzar categories de resposta extrema. Aquesta tendència depèn de la persona (algunes persones són més "extremistes" que altres) i potser també de l'entorn cultural (algunes cultures tenen més ganes d'expressar opinions, mentre que altres prefereixen mantenir-se en una "àrea central").
- Biaix d'adquisició: els enquestats tendeixen a estar d'acord amb totes les preguntes.

El problema de l'ús de les escales DS és que cal utilitzar una paraula Kansei i el seu antònim, i de vegades no està clar quin antònim s'utilitza. L'elecció d'un pot afegir algun altre tipus de distorsió de resposta.

Tant si es fan servir escales de diferenciació semàntica com escales Likert, es té l'opció de fer servir escales ordinals o escales analògiques visuals:

- Les **escales ordinals** són escales de n-punts, n pot ser 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11; de fet, qualsevol petit número sencer. En l'Enginyeria Kansei, les escales de 7 punts i 5 punts són les més freqüents. Si s'utilitza un nombre senar de categories de resposta, els enquestats poden marcar la categoria central i així expressar la neutralitat. Això no és

possible en escales ordinals amb un nombre parell de categories. En alguns casos és recomanable usar un nombre parell de categories i així forçar als participants a decantar-se, ja que molts cops es tendeix a mantenir-se en el centre.

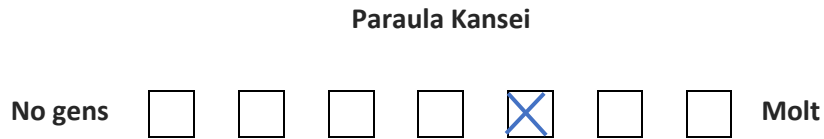


Figura 2.4. Escala ordinal

- En **escales analògiques visuals** (VAS), els enquestats marquen una posició al llarg d'una línia contínua entre dos punts finals. La resposta és la longitud de la línia mesurada des de l'esquerra.



Figura 2.5. Escala analògica visual

En moltes ocasions, es fa la mitjana de les dades de tots els participants per a que a l'anàlisi es pugui treballar amb variables contínues. Pel contrari, fer servir VAS, té l'avantatge que les dades són directament contínues, el que suposa un avantatge per les tècniques estadístiques disponibles de que es disposen.

3. Enginyeria Kansei: model d'estudi

Per tal de veure clarament el funcionament de l'Enginyeria Kansei, es farà servir un exemple simple amb dades fictícies per il·lustrar els passos de la metodologia i una part dels resultats que es podrien obtenir.

Suposem que es té l'objectiu de conèixer com les característiques d'una samarreta produeixen certes emocions als usuaris.

A continuació, es detallarà cada pas de l'estudi d'EK fins arribar al nostre objectiu.

1. Selecció del domini del producte

L'objecte protagonista d'aquest exemple és una samarreta. Podríem suposar que aquesta és una peça de roba d'home d'estil casual, per tant, el grup d'individus a qui va dirigit el producte podrien ser els homes de mitjana edat.

2. Descobrir l'espai semàntic

Si pensem en les sensacions que una samarreta pot produir, trobem termes com acolorida, còmode, fresca, vistosa, moderna o elegant. Aquests termes seran les paraules Kansei del nostre estudi.

3. Descobrir l'espai de propietats del producte

El disseny d'una samarreta podria dependre de diverses característiques tècniques com son el color, la forma o el teixit, entre d'altres. Les característiques tècniques que es valorin com a rellevants serien els atributs dels quals volem descobrir quines emocions provoquen als usuaris.

Suposem que els atributs que es consideren més rellevants en el disseny d'una samarreta són el color, la llargada de les mànigues i l'estampat. Cada un d'aquests atributs pot prendre diversos valors i decidim prendre:

Color = {Blanc, Vermell}













Màniga = {Curta, Llarga}

Estampat = {Bàsica, Dibuix, Lletres}

Si es combinen els valors de cada un dels atributs s'obtenen dotze samarretes diferents. En aquest cas, com no es tenen molts atributs és factible que totes les combinacions formin el conjunt de productes que es mostraran als participants de l'estudi.

En la següent taula hi ha els prototips preparats per a aquest estudi.

Taula 3.1. Prototips de samarretes

	Color	Màniga	Estampat		Color	Màniga	Estampat		
1	Vermell	Llarga	Dibuix		7	Vermell	Curta	Bàsica	
2	Blanc	Llarga	Dibuix		8	Blanc	Curta	Bàsica	
3	Vermell	Curta	Dibuix		9	Vermell	Llarga	Lletres	
4	Blanc	Curta	Dibuix		10	Blanc	Llarga	Lletres	
5	Vermell	Llarga	Bàsica		11	Vermell	Curta	Lletres	
6	Blanc	Llarga	Bàsica		12	Blanc	Curta	Lletres	

Aquestes 12 samarretes seran valorades per tots els participants de l'estudi per cada una de les paraules Kansei: acolorida, còmode, elegant, fresca, moderna i vistosa.

En alguns estudis és usual que els participants no valorin tots els prototips possibles, ja que no sempre és possible crear-los tots, o bé els recursos disponibles no permeten fer una recollida de dades tan gran.

4. Recollida de dades

Es decideix que la manera de recollir les dades en aquest estudi serà que els participants puntuïn cada un dels prototips per cada una de les paraules Kansei en un escala de Likert de 7 punts.

A la Taula 3.2, tenim 4 participants en l'estudi que puntuen cada samarreta en una escala del 1 al 7, on 1 vol dir "molt en desacord" i 7 vol dir "molt a favor". Per motius de claredat en aquest pas només es considera una de les paraules Kansei: moderna.

Taula 3.2. Dades exemple samarretes per la paraula Kansei moderna

	Color	Màniga	Estampat	Pau	Laura	Carla	Marc
1	Vermell	Llarga	Dibuix	3	7	3	5
2	Blanc	Llarga	Dibuix	1	5	3	1
3	Vermell	Curta	Dibuix	1	2	5	1
4	Blanc	Curta	Dibuix	4	6	2	7
5	Vermell	Llarga	Bàsica	7	1	4	6
6	Blanc	Llarga	Bàsica	2	1	2	2
7	Vermell	Curta	Bàsica	2	3	2	3
8	Blanc	Curta	Bàsica	3	6	1	3
9	Vermell	Llarga	Lletres	7	2	7	1
10	Blanc	Llarga	Lletres	6	2	5	3
11	Vermell	Curta	Lletres	2	6	3	4
12	Blanc	Curta	Lletres	3	2	6	3

5. Síntesi

Després de recollir les dades, cal analitzar-les. Sembla raonable fer servir alguna tècnica de regressió per quantificar la relació entre la resposta (puntuació a la paraula Kansei) i les propietats (atributs de disseny).

Més endavant, s'entrarà més a fons a veure quins aspectes s'han de tenir presents alhora de decidir quin serà el millor mètode estadístic de regressió en un estudi de EK. Per ara, utilitzem la regressió lineal típica per il·lustrar aquest exemple.

Prenent com a resposta la mitjana de les puntuacions de tots els participants per cada paraula Kansei, es poden estimar els coeficients amb la funció lm d'R i obtenir les equacions de l'exemple de les samarretes per cada paraula.

- Paraula Kansei: moderna

$$\hat{Y} = 3,7917 - 0,3333x_{11} - 0,2500x_{21} - 0,5000x_{31} + 0,3750x_{32}$$

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	3.7917	0.6560	5.780	7.64e-07	***
colorvermell	-0.3333	0.5868	-0.568	0.573	
manigallarga	-0.2500	0.5868	-0.426	0.672	
estampatdibuix	-0.5000	0.7187	-0.696	0.490	
estampatlletres	0.3750	0.7187	0.522	0.604	

- Paraula Kansei: elegant

$$\hat{Y} = 3,4375 - 0,2500x_{11} + 1,000x_{21} - 0,3750x_{31} + 0,4375x_{32}$$

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	3.4375	0.6615	5.197	5.3e-06	***
colorvermell	-0.2500	0.5916	-0.423	0.6747	
manigallarga	1.0000	0.5916	1.690	0.0982	.
estampatdibuix	-0.3750	0.7246	-0.518	0.6075	
estampatlletres	0.4375	0.7246	0.604	0.5492	

- Paraula Kansei: acolorida

$$\hat{Y} = 5,3958 - 1,9167x_{11} + 0,5000x_{21} - 1,8125x_{31} - 0,7500x_{32}$$

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	5.3958	0.4264	12.655	4.29e-16	***
colorvermell	-1.9167	0.3814	-5.026	9.30e-06	***
maniga1	0.5000	0.3814	1.311	0.196775	
estampatdibuix	-1.8125	0.4671	-3.881	0.000353	***
estampatlletres	-0.7500	0.4671	-1.606	0.115640	

- Paraula Kansei: còmode

$$\hat{Y} = 6,6042 + 0,0833x_{11} - 2,1666x_{21} - 0,3750x_{31} - 0,1875x_{32}$$

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	6.60417	0.35392	18.660	< 2e-16	***
colorvermell	0.08333	0.31656	0.263	0.794	
manigallarga	-2.16667	0.31656	-6.844	2.16e-08	***
estampatdibuix	-0.37500	0.38770	-0.967	0.339	
estampatlletres	-0.18750	0.38770	-0.484	0.631	

- Paraula Kansei: fresca

$$\hat{Y} = 6,5420 - 1,6250x_{11} - 2,9580x_{21} - 0,1875x_{31} - 0,0000x_{32}$$

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	6.542e+00	3.557e-01	18.391	< 2e-16	***
colorvermell	-1.625e+00	3.181e-01	-5.108	7.11e-06	***
manigallarga	-2.958e+00	3.181e-01	-9.299	7.48e-12	***
estampatdibuix	-1.875e-01	3.897e-01	-0.481	0.633	
estampatlletres	-4.619e-16	3.897e-01	0.000	1.000	

- Paraula Kansei: vistosa

$$\hat{Y} = 1,6458 + 4,3333x_{11} + 0,5000x_{21} - 0,1250x_{31} - 0,4375x_{32}$$

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	1.6458	0.2664	6.179	2.01e-07	***
colorvermell	4.3333	0.2383	18.188	< 2e-16	***
manigallarga	0.5000	0.2383	2.099	0.0418	*
estampatdibuix	-0.1250	0.2918	-0.428	0.6705	
estampatlletres	-0.4375	0.2918	-1.499	0.1411	

6. Presentació de resultats

Finalment, en aquest últim apartat, es presenten els resultats i les conclusions de l'estudi.

Un cop finalitzada la fase de síntesi, es revelen de quins factors es descobreix que el seu efecte és significatiu sobre cadascuna de les paraules Kansei.

Per exemple, fixant-se amb els models lineals per a les paraules Kansei acolorida i vistosa veiem que el factor del color té un efecte significatiu en la puntuació. A més, per la paraula Kansei acolorida, el factor estampat també és significatiu. Tanmateix, per la paraula còmode es té que el factor amb un efecte significatiu és la màniga. De la mateixa manera, s'observa en el model lineal de la paraula Kansei fresca que els factors amb efecte significatiu sobre la puntuació són el color i la màniga. En canvi, per les paraules moderna i elegant no es troba que cap factor tingui un efecte significatiu.

També es poden extreure conclusions a partir de gràfics descriptius com són el mapa de factors de variables a partir d'una anàlisi de components principals de la Figura 3.1 (fet amb la funció PCA del paquet d'R FactoMineR) o el gràfic de radar de la Figura 3.2 (fet amb la funció stars del paquet d'R graphics).

A la Figura 3.1 s'observa que les paraules acolorida i vistosa apareixen properes entre sí (estan correlacionades) i a la Figura 3.2 veiem que els segments més llargs de l'estrella de la paraula Kansei acolorida són també llargs per la paraula Kansei vistosa, el que fa pensar que les característiques tècniques en les samarretes 1, 3 i 9 influeixen de la mateixa manera sobre aquestes dues.

Fixant-se en la paraula fresca es té que les samarretes 4, 8 i 10 són les que tenen els segments més llargs i aquests segments són, també, llargs a la estrella de la paraula còmode. Les samarretes corresponents a aquests segments són de màniga curta i de color blanc. Així mateix, a la Figura 3.1 veiem que fresca i còmode estan correlacionades i contraposades a elegant, el que vol dir que les samarretes considerades elegants no tindran bones puntuacions per fresca i còmode.

Per aquest exemple simple de les samarretes, que té l'objectiu d'il·lustrar la metodologia de l'EK, s'ha fet un petit resum del que podrien ser els resultats en un estudi com aquest.

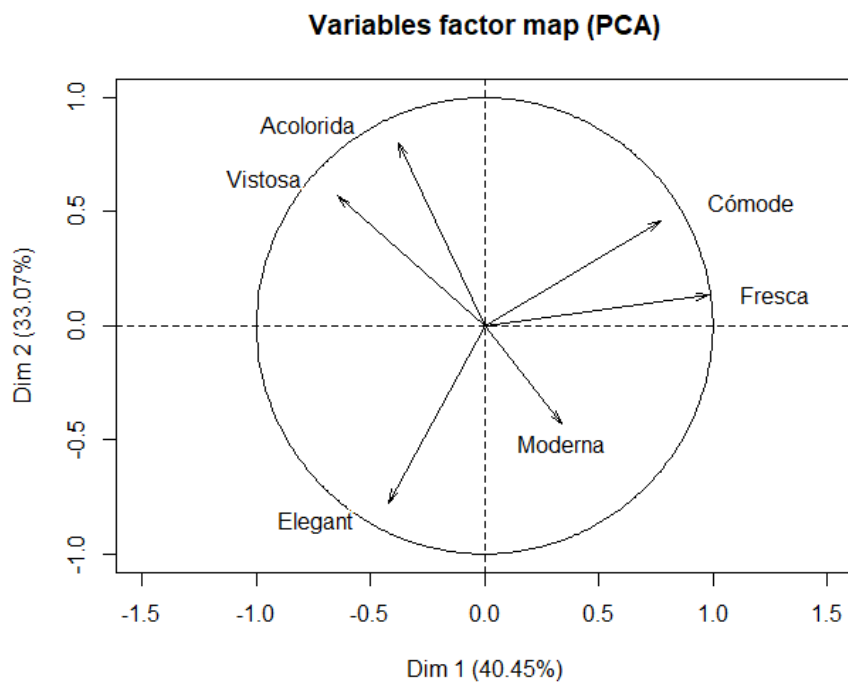


Figura 3.1. Projecció en el primer pla factorial paraules Kansei exemple samarretes

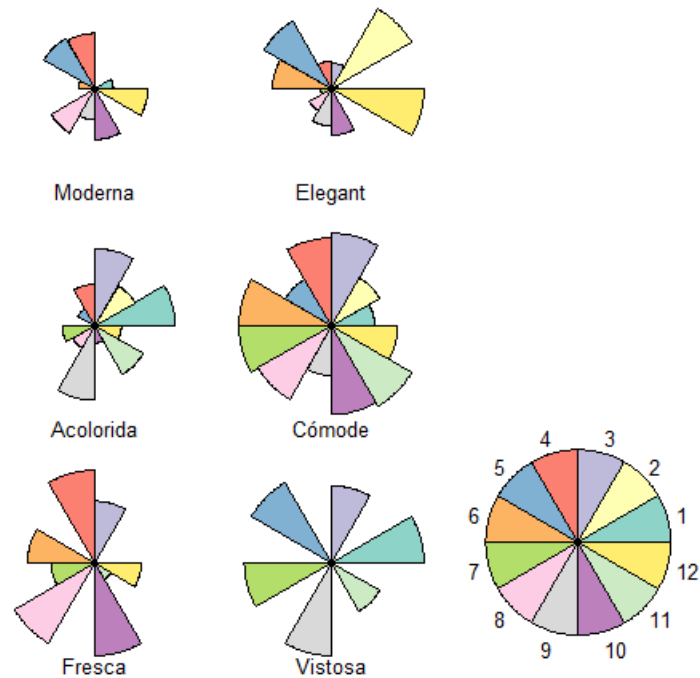


Figura 3.2. Gràfic de radar paraules Kansei exemple samarretes

4. Models de regressió en la fase de síntesi

Com s'ha esmentat al pas 5 (síntesi) de l'apartat anterior, fer servir alguna tècnica de regressió és una possibilitat per quantificar la relació entre la resposta (puntuació a la paraula Kansei) i les propietats (atributs de disseny). Per una banda, cal tenir en compte que la variable dependent serà la puntuació obtinguda per cada una de les paraules Kansei, és a dir, es faran tantes regressions com paraules Kansei vulguem estudiar, tot i que ara només es farà l'exemple per la paraula Kansei moderna. Per altra banda, les variables independents seran cadascun dels atributs del producte.

Hi ha aspectes que s'han de tenir presents alhora de decidir quin serà el millor mètode estadístic de regressió en un estudi d'EK. Primer, cadascun dels atributs del producte pren dos o més categories, per tant, les variables regressores seran factors. Segon, com la resposta és una puntuació, normalment d'enters entre 1 i 7, aquesta serà ordinal.

Per tant, ara toca decidir quin o quins mètodes de regressió fer servir.

Una possibilitat és emprar una tècnica anomenada *quantification theory type I* (QT1). La QT1 va ser proposada per primera vegada per Chikio Hayashi en un article (Hayashi, 1951). En aquest cas la resposta es tractarà com la mitjana de totes les puntuacions dels participants a una paraula Kansei, per tant, es convertirà en contínua. Les propietats, generalment anomenades factors en el camp dels dissenys factorials, es denominen aquí ítems. Cada ítem té diverses categories (nivells, en dissenys factorials). Així, tots els regressors de l'equació seran qualitius.

Com que tots els ítems són qualitius, són introduïts en el model de regressió com a variables fictícies. Les variables fictícies es construeixen de la manera següent:

$$\delta_{i(jk)} = \begin{cases} 1, & \text{si el producte } i \text{ pren la categoria } k \text{ en l'ítem } j \\ 0, & \text{altrament} \end{cases}$$

$i = 1, \dots, n$ (amb n com el nombre de productes)

$j = 1, \dots, R$ (amb R com el nombre de ítems)

$k = 1, \dots, C_j$ (amb C_j com el nombre de categories en l'ítem j).

Així, la Taula 4.1 proporciona la matriu de disseny per a l'exemple de les samarretes, juntament amb la resposta (moderna) a la darrera columna.

Taula 4.1. Matriu de disseny exemple samarretes

	Color	Màniga	Estampat	x_{11} Vermell	x_{12} Blanc	x_{21} Llarga	x_{22} Curta	x_{31} Dibuix	x_{32} Bàsica	x_{33} Lletres	Mitjana
1	Vermell	Llarga	Dibuix	1	0	1	0	1	0	0	4,5
2	Blanc	Llarga	Dibuix	0	1	1	0	1	0	0	2,5
3	Vermell	Curta	Dibuix	1	0	0	1	1	0	0	2,25
4	Blanc	Curta	Dibuix	0	1	0	1	1	0	0	4,75
5	Vermell	Llarga	Bàsica	1	0	1	0	0	1	0	4,5
6	Blanc	Llarga	Bàsica	0	1	1	0	0	1	0	1,75
7	Vermell	Curta	Bàsica	1	0	0	1	0	1	0	2,5
8	Blanc	Curta	Bàsica	0	1	0	1	0	1	0	3,25
9	Vermell	Llarga	Lletres	1	0	1	0	0	0	1	4,25
10	Blanc	Llarga	Lletres	0	1	1	0	0	0	1	4
11	Vermell	Curta	Lletres	1	0	0	1	0	0	1	3,75
12	Blanc	Curta	Lletres	0	1	0	1	0	0	1	3,5

El propòsit de QT1 és estimar els coeficients en la següent equació (juntament amb la constant, encara que només estiguem interessats en els coeficients):

$$Y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^R \sum_{k=1}^{C_j} \beta_{jk} \delta_{i(jk)} + \varepsilon_i$$

Utilitzant la notació matricial (representant les matrius com lletres en negreta):

$$Y = \mathbf{X}\beta + \varepsilon.$$

Com és habitual en la regressió lineal, assumim que ε_i són independents i que $\varepsilon_i \sim N(0; \sigma)$.

Tornant a l'exemple de les samarretes, es volen estimar els coeficients de la següent equació (deixant el subíndex i de l'equació per motius de claredat):

$$Y = \beta_0 + \beta_{11}x_{11} + \beta_{12}x_{12} + \beta_{21}x_{21} + \beta_{22}x_{22} + \beta_{31}x_{31} + \beta_{32}x_{32} + \beta_{33}x_{33} + \varepsilon$$

A la QT1, aquests coeficients s'anomenen *category scores* (CS).

El procediment habitual per estimar aquests coeficients CS és utilitzar el mètode de mínims quadrats. Els coeficients proposats són llavors aquells que minimitzen la suma de residus quadrats, sent el residu la diferència entre un valor observat i el valor donat pel model. Així els coeficients β es poden trobar resolent les equacions normals:

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'Y$$

Però hi ha un problema en aquest cas: si construïm la matriu X amb totes les columnes corresponents a les nostres variables fictícies (juntament amb una primera columna d'1 per a la constant $\hat{\beta}_0$), la matriu $X'X$ és singular i, per tant, no existeix $(X'X)^{-1}$. Això passa perquè totes les columnes d'un determinat factor no són independents i, per tant, algunes de les equacions normals depenen d'altres.

El procediment comú per resoldre aquest problema conegut és la construcció de la matriu X amb totes les columnes d'un determinat factor, menys un. A l'exemple de les samarretes, només es pot utilitzar la columna x_{12} de l'ítem Color, només la columna x_{22} per a l'ítem Màniga i només columnes x_{32} i x_{33} per a l'ítem Estampat. La categoria suprimida de cada ítem s'utilitza com a nivell de referència. Estimant els coeficients amb la funció lm d'R, l'equació de l'exemple de les samarretes és la següent:

$$\hat{Y} = 3,5844 + 0,3333x_{11} + 0,2500x_{21} - 0,3750x_{31} - 0,8750x_{32}$$

Tot i que tenir nivells de referència és usual en la regressió, fa que la interpretació dels resultats sigui més complexa. Per això, seria convenient escollir una solució sense nivells de referència, aquest és el propòsit de la QT1. En aquest cas la constant $\hat{\beta}_0$ seria la mitjana de totes les respostes. Fent això, també es calculen els coeficients de les categories suprimides, i cada coeficient s'interpreta com la diferència respecte a la mitjana de totes les respostes. Per tant, tots els coeficients són presents en el model.

Una manera d'aconseguir aquesta transformació és utilitzar un procediment descrit breument en l'article "A Transformation for Simplifying the Interpretation of Coefficients of Binary Variables in Regression Analysis" (Sweeney i Ulveling 1972).

A continuació es presenta com s'obtenen els coeficients del model transformat.

Es considera l'ítem j (el factor j). Els coeficients de la regressió transformada es calculen a partir de la següent equació:

$$b'_{jk} = b_{jk} + Q_j$$

Q_j es calcula amb la fórmula:

$$\sum_{k=1}^{c_j} P_k (b_{jk} + Q_j) = 0$$

On P_k és la proporció d'ocurrències de la categoria k de l'ítem j en la mostra.

Un exemple que es centra en l'ítem Estampat ($j = 3$) de l'exemple de les samarretes il·lustrarà el procediment. El factor Estampat té 3 categories (Bàsica, Dibuix i Lletres). Els coeficients de la regressió transformada es calculen a partir de la següent equació:

$$b'_{3k} = b_{3k} + Q_3$$

Es calcula la constant Q_3 :

$$0,333(0,7500 + Q_3) + 0,333(-1,0625 + Q_3) + 0,333(0 + Q_3) = 0 \Rightarrow Q_3 = 0,4167$$

Taula 4.2. Càlcul dels coeficients transformats per al ítem Estampat

Categoria	Coefficients de la regressió original	Proporció en la matriu de disseny	Coefficients en la regressió transformada
Bàsica x_{31}	$b_{31} = -0,3750$	$4/12 = 0,333$	$b'_{31} = -0,3750 + 0,4167 = 0,0417$
Dibuix x_{32}	$b_{32} = -0,8750$	$4/12 = 0,333$	$b'_{32} = -0,8750 + 0,4167 = -0,4583$
Lletres x_{33}	$b_{33} = 0$	$4/12 = 0,333$	$b'_{33} = 0 + 0,4167 = 0,4167$

Seguint el mateix procediment per als ítems Color i Mànigues, obtenim l'equació final transformada per a l'exemple de les samarretes:

$$\hat{Y} = 3,4583 + 0,1667x_{11} - 0,1667x_{12} + 0,1250x_{21} - 0,1250x_{22} + 0,0417x_{31} - 0,4583x_{32} + 0,4167x_{33}$$

Ara falta saber quins ítems de l'espai de propietats són els que realment afecten al kansei dels usuaris. És a dir, cal conèixer quins factors tenen efectes significatius sobre la resposta.

Marco-Almagro i Tort-Martorell (2012) expliquen, seguint la proposta de Fox (2008), que això es pot aconseguir testant a la vegada un subconjunt dels coeficients de regressió, utilitzant el procediment que s'explica a continuació.

Donat que s'està treballant amb el següent model que té k variables regressores:

$$Y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \dots + \beta_qx_q + \beta_{q+1}x_{q+1} + \dots + \beta_kx_k + \varepsilon$$

Es vol testar la hipòtesis nul·la $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_q = 0$. Si la hipòtesis nul·la fos certa, el model "nul" seria $Y = \beta_0 + 0x_1 + 0x_2 + \dots + 0x_q + \beta_{q+1}x_{q+1} + \dots + \beta_kx_k + \varepsilon$.

Sent $SS_{err 0}$ i $SS_{reg 0}$, respectivament, la suma de quadrats residual i de regressió del model "nul", i $SS_{err 1}$ i $SS_{reg 1}$, la suma de quadrats residual i de regressió del model complet. Si la hipòtesi nul·la és certa, l'estadístic F

$$F = \frac{(SS_{reg 1} - SS_{reg 0})/q}{SS_{err 1}/(n - k - 1)} = \frac{n - k - 1}{q} \cdot \frac{R_1^2 - R_0^2}{1 - R_1^2}$$

segueix una distribució F amb graus de llibertat q i $n - k - 1$. R_0^2 i R_1^2 són els coeficients de determinació del model nul i del model complet, respectivament. n és el nombre d'individus del conjunt de les dades.

Tornant a l'exemple de les samarretes, el p-valor per l'ítem color sortirà de testar $H_0: \beta_{11} = \beta_{12} = 0$, el p-valor per l'ítem màniga sortirà de testar $H_0: \beta_{21} = \beta_{22} = 0$, i el p-valor per l'ítem estampat sortirà de testar $H_0: \beta_{31} = \beta_{32} = \beta_{33} = 0$. A la Taula 4.3 hi ha els resultats d'aquests tests.

Taula 4.3. Resultats test significació ítems color, màniga i estampat.

	Estadístic F	p-valor
Color	0,3227	0,5729
Màniga	0,1815	0,6722
Estampat	0,7462	0,4802

Amb un nivell de significació $\alpha = 0,05$, cap dels factors té un efecte significatiu sobre la resposta, és a dir, cap ítem afecta al kansei.

Un gran desavantatge de la QT1 és que al treballar amb les mitjanes es perd informació sobre les dades. Convindria treballar directament amb les puntuacions. Per això, es podria pensar en analitzar la resposta amb una **regressió logística ordinal** (RLO). Tanmateix, RLO tampoc és un mètode ideal per als estudis de EK ja que tampoc té en compte un altre aspecte molt important: la variabilitat causada pel subjecte.

La resposta per a cada paraula Kansei és una puntuació, però cada participant de l'estudi dóna valoracions per a un conjunt d'estímuls. En realitzar una RLO, suposem que totes les respostes són independents. Però aquesta suposició queda clarament violada pel tipus de dades que tenim: totes les qualificacions del mateix subjecte són, en certa manera, més properes entre elles que a les qualificacions d'un altre subjecte. Per tant, les dades s'han de tractar com a procedents de diferents "clústers de variabilitat": els subjectes.

En conseqüència, l'ideal seria incorporar els subjectes en una regressió logística ordinal com a efectes aleatoris. Com el model combina efectes fixos (els factors de l'estudi EK) i els efectes aleatoris (els subjectes), aquest serà un model logístic d'efectes mixts (MLOmix). L'ús d'efectes aleatoris quan la resposta és contínua i, per tant, s'adapta un model lineal, és molt usual (aquests models s'anomenen models lineals d'efectes mixtes). Tanmateix, la introducció d'efectes aleatoris per a respostes categòriques no és tan freqüent, ja que dificulta enormement la computació per a l'ajust del model. Un altre inconvenient en aquest tipus de regressió és que la interpretació dels coeficients no resulta tan evident com en el cas de la regressió lineal. Per això, tot i que la resposta en un estudi de EK és ordinal es podria tractar

com a contínua per fer més fàcil la computació i la interpretació, és a dir, seria convenient trobar un **model lineal d'efectes mixtes** (MLmix).

Tractar la resposta de la puntuació en una escala ordinal com a contínua no és cap dispat. Si es demana als participants de l'estudi puntuar el producte en una escala de n-punts, ja sigui de 5 o 7 punts (les més freqüents en EK), els intervals entre els punts de l'escala són equidistants, de manera que es tracta d'una escala d'interval que es justifica per proves paramètriques (Knapp, 1990).

A més, Geoff Norman, un dels líders mundials en metodologia de recerca en educació mèdica, proporciona proves, amb dades reals i simulades, que demostren que les proves paramètriques no només es poden utilitzar amb dades ordinals, com ara dades de les escales de Likert, sinó també que les proves paramètriques són generalment més robustes que les proves no paramètriques. És a dir, les proves paramètriques tendeixen a donar la resposta correcta fins i tot quan es rebutgen supòsits estadístics, com ara una distribució normal de les dades (Sullivan i Artino, 2013).

MLmix també tracta de quantificar la relació entre la resposta (paraules Kansei) i les propietats del disseny, tot i que també té en compte l'efecte aleatori de que la puntuació sigui donada per un subjecte o un altre.

L'equació matricial per al model general mixt és (representant les matrius com lletres en negreta):

$$Y = X\beta + Zu + \varepsilon$$

On Y , X , β i ε representen les mateixes entitats del model d'efectes fixos, presentat més a dalt. El nou component és el vector u d'efectes aleatoris que normalment s'assumeix distribuït $N(0, D)$ tal que $D = \sigma_A^2$ és la matriu diagonal de variància de l'efecte aleatori, i Z és la matriu de disseny dels efectes aleatoris que relaciona el vector u amb la variable resposta Y .

Ara el vector Y té com a components Y_{ij} amb $i = 1, \dots, N, j = 1, \dots, n_i$, on n_i es la quantitat de mesures per subjecte i N és el total de subjectes. Els u_i són independents entre sí i dels ε_i idènticament distribuïts, $\varepsilon_i \sim N(0; \sigma_e^2 I)$ on $R = \sigma_e^2 I$ matriu diagonal del error.

Així, en aquest cas es tenen dos objectius: estimar els coeficients β i predir els valors de u_i . Aquests objectius es poden assolir mitjançant l'estimació de màxima verosimilitud.

Tornant a l'exemple de les samarretes, es volen estimar els coeficients de la següent equació:

$$Y_{ij} = \beta_0 + \beta_{11}x_{i11} + \beta_{12}x_{i12} + \beta_{21}x_{i21} + \beta_{22}x_{i22} + \beta_{31}x_{i31} + \beta_{32}x_{i32} + \beta_{33}x_{i33} + u_i + \varepsilon_{ij}$$

Sota la suposició de normalitat i independència de l'error i de l'efecte aleatori, u i ε , tenen una distribució conjunta normal multivariada:

$$f(u, \varepsilon) = \frac{1}{(2\pi)^{(T+nk)/2}} \begin{vmatrix} \mathbf{D} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{R} \end{vmatrix}^{-n/2} \exp \left[-\frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y - \mathbf{X}\beta - \mathbf{Z}b \\ u \end{bmatrix}' \begin{bmatrix} \mathbf{D} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{R} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} Y - \mathbf{X}\beta - \mathbf{Z}b \\ u \end{bmatrix} \right]$$

On $T = \sum_{i=1}^N n_i$.

El procés d'estimació de màxima verosimilitud es basa en la minimització de l'exponent d'aquesta expressió. Així es possible trobar els valors de $\hat{\beta}$ i \hat{u} :

$$\hat{\beta} = [\mathbf{X}'\mathbf{V}^{-1}\mathbf{X}]^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{V}^{-1}Y$$

$$\hat{u} = \mathbf{B}\mathbf{Z}'\mathbf{V}^{-1}(Y - \mathbf{X}\hat{\beta})$$

Tal que $\mathbf{V} = \mathbf{Z}\mathbf{D}\mathbf{Z}' + \mathbf{R}$.

En aquest cas, també s'ha de construir la matriu X amb totes les columnes de cada factor, menys un. A l'exemple de les samarretes, només es pot utilitzar la columna x_{12} del factor Color, només la columna x_{22} per al factor Màniga i només columnes x_{32} i x_{33} per al factor Estampat. La categoria suprimida de cada ítem s'utilitza com a nivell de referència. Estimant els coeficients amb la funció `lme()` del paquet `nlme` d'R, l'equació de l'exemple de les samarretes és la següent:

$$\hat{Y} = 3,5844 + 0,3333x_{11} + 0,2500x_{21} - 0,3750x_{31} - 0,8750x_{32}$$

Resumint, `MLmix` és el millor mètode de regressió en un estudi d'EK ja que té en compte la variabilitat causada pels subjectes i , en conseqüència, tracta com a resposta els valors individuals. Tanmateix, per tal de fer més fàcil la interpretació, el que es pot fer és, a partir del model `MLmix`, recalculat el model usant *Quantification theory type I* per evitar tenir nivells de referència i obtenir uns resultats fàcils d'interpretar i que permeten una visualització gràfica, com es veurà a l'apartat 0.

5. Estudi de platges – Fase 1

L'objectiu d'aquest estudi es descobrir les impressions que es vol que causi una platja, de manera que sigui ben valorada pels usuaris. Per això, en aquesta primera fase de l'estudi s'ha realitzat una revisió bibliogràfica del coneixement existent sobre la valoració de platges pels usuaris, i s'ha procedit a estudiar l'espai semàntic i l'espai de propietats de les platges.

5.1. Revisió bibliogràfica sobre la valoració de platges pels usuaris

En aquest apartat es pretén analitzar el coneixement existent sobre la valoració de platges a partir de la cerca d'articles. Més concretament, es vol conèixer com és la valoració de platges a través de la percepció dels usuaris. L'objectiu és començar a familiaritzar-se amb les característiques tècniques que varien en les diferents platges i com aquestes afecten a les sensacions percebudes pels usuaris, per després ser capaços de saber quins factors són més importants a considerar en l'estudi.

Actualment, es troba en nombrosos articles que el procés d'avaluació de platges comporta la construcció de models dissenyats per estimar un cert nivell de qualitat, tot i que no estan necessàriament basats en molts aspectes considerats pels usuaris.

Una altra estratègia d'avaluació de platja que s'utilitza comunament és la concessió de premis, com la Bandera Blava Europea, els Premis Gold Quality, la classificació de Platja Accessible, la Campanya de Platges Saludables i el Premi Seaside. Aquests tendeixen a ser percebuts de manera més significativa pel públic en general. No obstant això, la majoria d'ells només tenen en compte un nombre limitat de criteris predefinitos a l'hora d'avaluar el nivell de qualitat d'una platja determinada (Vaz, 2008).

Per exemple, la Bandera Blava Europea es concedeix a platges amb nivells elevats d'influència i artificialització humana ja que està estrictament enfocada als serveis oferts als usuaris de la platja i no es tenen en compte problemes ambientals (Mir-Gual et al., 2015).

A continuació s'exposaran alguns articles amb una relació més directa amb la percepció dels usuaris de les platges.

Un article que s'ha trobat molt interessant ha estat "A combined assessment of beach occupancy and public perceptions of beach quality: A case study in the Costa Brava, Spain" (Roca et al., 2008): "L'objectiu principal d'aquest article és presentar un enfocament que contribueixi a avaluar la qualitat de la platja a partir d'un anàlisi combinat de l'ocupació de les platges i de la percepció dels usuaris de la platja".

Roca et al. (2008) tracten de trobar la percepció dels usuaris a partir d'enquestes on els participants havien de puntuar, del 1 al 10, 50 paràmetres segons els graus de satisfacció. Aquests paràmetres es troben organitzats en 4 categories:

- **Aspectes físics i morfològics:** color de la sorra, textura i temperatura, amplada de la platja, pendent, accés a l'aigua, onatge.
- **Característiques ambientals:** presència de peixos, algues i vegetació. Contaminació a l'aigua i a la sorra, manteniment general i neteja de la platja. Contaminació acústica. Contaminació per drenatge d'aigua de pluja.
- **Instal·lacions:** socorristes, articles de lloguer (e.g. para-sols, gandules, taules, vaixells de vela i motor), àrees recreatives i activitats organitzades, zones d'aparcament, accés a la platja, el passeig marítim.
- **Disseny i comoditat:** estètica del paisatge, nivell de confort, nivells de soroll i relació qualitat / preu.

Un altre article per destacar és "Public perceptions for evaluating beach quality in urban and semi-natural environments" (Roca i Villares, 2008): "El nostre objectiu és explorar les percepcions i preferències del públic segons el grau d'explotació / conservació de les platges per elaborar recomanacions polítiques".

Roca i Villares (2008) fan una divisió de les característiques tècniques d'una platja molt similar que la de la classificació dels paràmetres de Roca et al. (2008):

- **Aspectes físics i morfològics:** color de la sorra, textura de la sorra, temperatura de l'aigua, amplada i llargada de la platja, pendent de la platja, pendent dins de l'aigua, onades, temperatura de la sorra, vent, presència de roques.
- **Aspectes ambientals:** escombraries a la sorra, escombraries a l'aigua, presència de vegetació, presència de peixos, soroll de motors, soroll de les persones.
- **Instal·lacions i serveis:** lavabos, dutxes, papereres, taquilles, objectes de lloguer, vigilància, salva vides, àrees d'aparcament, accés a la platja, restaurants i bars.
- **Aspectes relacionats amb la imatge i el confort:** el paisatge, la comoditat de la platja, relació qualitat/preu, el nombre d'usuaris/visitants, avaluació global.

En aquest cas, també es va realitzar una enquesta on els participants havien de puntuar del 1 al 10, depenent del nivell de satisfacció, aquestes característiques tècniques.

Roca i Villares (2008) fan un incís rellevant en l'opinió que les preferències i les percepcions que un usuari té sobre les platges no només depèn de les característiques específiques de cada platja sinó que també és important el perfil de cada usuari.

El següent article que es vol comentar és "The importance of user's perception for beach management" (Vaz i Williams, 2009): "Emprar qüestionaris per a obtenir una idea de les opinions dels usuaris sobre les platges, el gran ventall d'opinions expressades subjectivament".

En aquest article, es tracta de determinar quins aspectes fan que una platja sigui ben valorada així com quins aspectes fan que una platja sigui mal valorada. Per arribar a l'objectiu també es va enquestar als usuaris, però en aquest cas es demanava que anomenessin ells mateixos les característiques de la platja que els hi agradaven o no, és a dir, es tractava d'un qüestionari amb resposta oberta. Finalment, es va arribar a la conclusió, que les platges menys atractives són descrites com petites, amb un gran nombre d'usuaris, amb escombraries, insuficients instal·lacions i aparcament desorganitzat. A més, les platges amb el major nombre de visitats semblen ser les que els usuaris consideren menys atractives.

A diferència de tots aquests estudis descrits en els articles anteriors, l'estudi que es planteja en aquest treball, basat en l'Enginyeria Kansei, no inclou enquestes que pregunten l'opinió dels usuaris sobre aspectes particulars de les platges. Els participants a l'estudi puntuaran diferents platges globalment sobre cadascuna de les respostes, i després serà la tècnica d'anàlisi a la fase de síntesi la que ens permetrà treure conclusions sobre cadascun dels factors (ítems) d'estudi. Aquest enfocament de l'enginyeria kansei és molt més adequat per capturar les sensacions que transmet un producte, donat que no es pregunta directament a l'usuari sobre la sensació que li transmet una certa característica tècnica del producte, sinó per la sensació que li transmet el producte globalment.

5.2. Estudi de l'espai semàntic

L'espai semàntic compren les paraules Kansei que s'utilitzaran en l'estudi. Normalment, les paraules Kansei són adjectius, però també es poden utilitzar verbs o substantius i, fins i tot, frases si així s'aconsegueix descriure millor les idees desitjades.

En aquest estudi no s'ha creat una llista gaire extensa de paraules Kansei ja que només es vol conèixer l'opinió dels usuaris sobre unes certes sensacions.

Així s'han escollit les paraules Kansei (Taula 5.1). de manera que expliquessin millor les sensacions de les que es vol conèixer l'opinió dels usuaris. La selecció d'aquestes paraules Kansei l'hem feta juntament amb Jesús Corral, que col·labora amb l'Agència Catalana de

l'Aigua (ACA). Des del 1990, l'ACA és la responsable de realitzar el control de la qualitat de les platges a Catalunya.

Taula 5.1. Paraules Kansei estudi platges

Paraules Kansei
Segura
Familiar
Divertida
Accessible

5.3. Estudi de l'espai de propietats

De totes les característiques tècniques que pot tenir una platja, es seleccionarà un subconjunt amb les que aparentment tenen el major impacte en els Kansei dels usuaris. Aquest subconjunt seran els factors que s'estudiaran posteriorment.

Quants factors s'han de triar? La resposta hauria de ser tants factors com per poder descriure tot l'espai de propietats del producte. Per contra, a la pràctica, el nombre de factors que es pot escollir està determinat pel nombre de productes que els participants de l'estudi hauran de valorar.

Es tenen dos opcions a l'hora d'escollir les platges de l'estudi:

Primera opció:

Que les platges de l'estudi siguin un conjunt de platges existents. Aquest conjunt de platges escollit hauria de cobrir tantes combinacions dels nivells dels factors com sigui possible, el que és molt difícil d'aconseguir.

En aquesta situació, les platges disponibles defineixen la matriu de disseny. El problema aquí és que, molt probablement, aquesta matriu no és ortogonal i no es poden estimar tots els efectes dels factors.

Segona opció:

Primer construir la matriu de disseny i després escollir les platges. Les platges es podrien escollir entre les existents, o bé, crear prototips ficticis.

L'avantatge d'aquest enfocament és que la matriu de disseny de l'experiment es pot construir de manera que tingui les característiques desitjades que permeten una bona estimació dels efectes dels factors.

En el cas de les platges, trobar-ne una que s’adapti a cadascuna de les combinacions de tots els factors ja es feina difícil. Per tant, sembla que el més factible és escollir les platges de l’estudi segons la segona opció: primer construir la matriu de disseny i després escollir les platges.

Un cop escollides les platges, es pot crear un prototip per cadascuna.

Per escollir els factors d’aquest estudi, primer, es va dur a terme una sessió de pluja d’idees pensant en les característiques d’una platja que podien ser més rellevants. De nou, la pluja d’idees es va dur a terme amb la col·laboració de Jesús Corral, en nom de l’ACA. D’aquesta pluja d’idees van sortir els factors que apareixen a la Figura 5.1.

Mida del gra de sorra	Para-sols i gandules de lloguer
Color de la sorra	Llargada de la platja
Presència de peixos	Amplada de la platja
Vegetació	Passarel·la
Pendent d’accés a l’aigua	Dutxes
Socorrista	Estructura per parar les onades
Flotador	Club Nàutic / Jocs
Xiringuito	Onades

Figura 5.1. Factors resultants de la pluja d’idees

Després, es va reduir i concretar aquesta llista triant els que podien afectar més a la percepció dels usuaris. A més, es van descartar aquells factors que no poden ser controlats físicament, ja que els resultats obtinguts amb aquest estudi haurien de ser útils per decidir quines modificacions s’haurien de fer en una determinada platja per a que sigui millor valorada pels usuaris. Per això, no es consideren aspectes com l’amplada i la llargada de la platja, la presència de peixos, les onades, etc., ja que aquests aspectes no es poden controlar. Tot i que, de primeres sembla que la mida i el color del gra de sorra son aspectes fixes, el cert és que, avui en dia, hi ha platges que s’han de “reconstruir” perquè l’onatge s’emporta la sorra; i la mida i el color de sorra és quelcom que es pot escollir.

Així, els factors escollits per a aquest estudi de platges amb els nivells corresponents es troben a la següent taula (Taula 5.2).

Taula 5.2. Factors i nivells per l'estudi de les platges

Factor	Nivells
Color de la sorra	Blanc Torrat Negre
Mida del gra de sorra	Fi Gruixut
Dutxes	Sí No
Pendent d'accés a l'aigua	Pla Pronunciat
Socorrista	Sí No
Xiringuito	Sí No
Para-sols i gandules de lloguer	Sí No
Vegetació	Sí No
Equipaments d'esport aquàtic de lloguer	Sí No

En una platja hi ha moltes característiques tècniques que la defineixen, de manera que és complicat decidir quines són les més rellevants. Per això el llistat de factors obtingut és força gran.

Com s'aprecia a la Taula 5.2 es tenen vuit factors a 2 nivells i un factor a 3 nivells. L'ideal seria tenir a l'estudi tants prototips de platges com combinacions de factors, però això és totalment inviable ja que en aquest cas es tenen 768 combinacions.

A l'apartat següent es parlarà sobre la possibilitat d'escollir un conjunt reduït de prototips i que aquest segueixi sent òptim per obtenir una matriu de disseny que funcioni bé alhora d'estimar els efectes principals.





6. El problema de la selecció dels prototips

El conjunt de prototips en un estudi d'Enginyeria Kansei es selecciona segons el que és possible. Moltes vegades per raons de costos o de temps és necessari reduir el conjunt inicial de prototips. També és usual que només es disposi d'uns certs prototips per al estudi. En aquests casos, conèixer les possibles conclusions equivocades derivades d'un conjunt de prototips on alguns factors estan altament correlacionats amb altres és molt important.

6.1. Exemple d'una mala selecció dels prototips

Tornem al cas de les samarretes per exemplificar el problema d'una mala selecció del conjunt de prototips en un estudi d'EK. Aquest exemple va ser presentat per primer cop a la Primera Conferència Europea d'Enginyeria Kansei (Marco-Almagro, Tort-Martorell, i Subirats, 2007).

Per mostrar aquest problema només es considera una de les paraules Kansei, en aquest cas, *acolorida*. En un intent de reduir el nombre de samarretes presentades a l'estudi, s'utilitzen les opcions que es mostren a la Figura 6.1.

	Color	Màniga	Estampat	
1	Blanc	Curta	Bàsica	
2	Blanc	Llarga	Bàsica	
3	Blanc	Curta	Dibuix	
4	Blanc	Llarga	Dibuix	







	Color	Màniga	Estampat	
1	Blanc	Curta	Bàsica	
2	Blanc	Llarga	Bàsica	
3	Blanc	Curta	Dibuix	
4	Blanc	Llarga	Dibuix	
5	Vermell	Curta	Lletres	
6	Vermell	Llarga	Lletres	

Figura 6.1. Dos possibles conjunts de samarretes que es podrien utilitzar en l'estudi de EK

La selecció de l'esquerra de la Figura 6.1 és, òbviament, dolenta. Mai no hi ha una samarreta vermella, per la qual cosa és impossible avaluar l'efecte del color. Tanmateix, la selecció de la dreta de la Figura 6.1, és prou bona? Tot i que, en aquest conjunt d'estímuls, es valoren tant les samarretes blanques com les vermelles, existeix un problema més subtil: totes les samarretes vermelles tenen text, totes les samarretes amb dibuix són blanques, totes les samarretes bàsiques també són blanques. Aquesta situació fa impossible saber si l'efecte sobre la paraula Kansei acolorida és a causa del color o l'estampat: els dos efectes es confonen. En la secció següent (6.2) es presenta una manera d'avaluar el nivell de confusió en un conjunt d'estímuls.

6.2. Índex de Claredat

Al construir una matriu de disseny és essencial evitar que dos factors estiguin totalment correlacionats, ja que si això passa, els efectes principals d'aquests dos factors estaran totalment confosos. Aquesta és una situació extrema, però si hi ha algun grau de correlació entre factors, es tindrà confusió parcial, el que també pot arribar a ser complex i portar-nos a conclusions incorrectes.

Per evitar problemes alhora d'interpretar els resultats, convé tenir factors no correlacionats o amb un grau de correlació molt baix, ja que l'objectiu és obtenir una matriu de disseny que funcioni bé alhora d'estimar els efectes principals.

En aquest apartat es persegueix trobar la millor manera de mesurar el grau de confusió en una matriu de disseny per un estudi d'enginyeria kansei o, el que és el mateix, mesurar el grau d'adequació d'un conjunt de prototips escollit. Per tant, s'intenta definir un índex que mesuri aquest grau d'adequació. A aquest índex se l'anomenarà índex de claredat.

Marco-Almagro, Tort-Martorell, i Schütte (2016) proposen fer servir l'estadístic V de Cramer per mesurar la força d'associació entre dos variables categòriques en una taula de contingència ja que els factors d'estudi en EK acostumen a ser d'aquest tipus.

Suposem que X i Y són dos factors de l'estudi amb M i N nivells respectivament, ordenats en una taula de contingència (Taula 6.1).

Taula 6.1. Taula de contingència entre els factors X i Y

X/Y	Y_1	Y_2	\dots	Y_N
X_1	n_{11}	n_{12}	\dots	n_{1N}
X_2	n_{21}	n_{22}	\dots	n_{2N}
\vdots	\vdots	\vdots	\ddots	\vdots
X_M	n_{M1}	n_{M2}	\dots	n_{MN}

A la Taula 6.1, la cel·la (i, j) conté el recompte n_{ij} d'ocurrències del nivell X_i en X i el nivell Y_j en Y . n és el nombre total de parelles que es poden fer, i $n = \sum n_{ij}$.

L'estadístic khi-quadrat χ^2 es pot calcular a partir d'aquesta taula de contingència.

Llavors, la V de Cramer es defineix com:

$$V = \sqrt{\frac{\chi^2}{n \cdot \min(M - 1, N - 1)}}$$

En una matriu de disseny amb r factors, hi ha $k = \binom{r}{2}$ parelles de factors. Per a cadascuna d'aquestes parelles de factors pf_i , amb $i = 1, \dots, k$, es pot calcular la seva correlació V_{pf_i} (mitjançant l'estadístic V de Cramer).

Marco-Almagro, Tort-Martorell, i Schütte (2016) defineixen l'índex de confusió (ic) per a un conjunt d'estímuls en un estudi d'EK de la manera següent:

$$ic = (1 - \max(V_{pf_i})) \cdot 100$$

Es considera només el pitjor parell de factors (aquells que tenen el grau de correlació més alt).

ic és un percentatge de 0 a 100. Vist que 100 significa excel·lent, cap confusió, i 0 significa que hi ha dos factors totalment correlacionats, es creu més oportú anomenar a aquest índex, índex de claredat (IC).

Per tant, una primera opció per definir l'índex de claredat (IC_1) seria aquesta:

$$IC_1 = (1 - \max(V_{pf_i})) \cdot 100$$

A continuació es mostren diversos exemples de càlcul d'aquest índex. Per descomptat, com més gran és IC_1 , millor.

Quan s'utilitza el conjunt complet de prototips en l'estudi, òbviament no hi ha cap problema, i l'índex de claredat és del 100% (Figura 6.2).

	Color	Màniga	Estampat	F1	F2	F3
1	Vermell	Llarga	Dibuix	A	A	A
2	Blanc	Llarga	Dibuix	B	A	A
3	Vermell	Curta	Dibuix	A	B	A
4	Blanc	Curta	Dibuix	B	B	A
5	Vermell	Llarga	Bàsica	A	A	B
6	Blanc	Llarga	Bàsica	B	A	B
7	Vermell	Curta	Bàsica	A	B	B
8	Blanc	Curta	Bàsica	B	B	B
9	Vermell	Llarga	Lletres	A	A	C
10	Blanc	Llarga	Lletres	B	A	C
11	Vermell	Curta	Lletres	A	B	C
12	Blanc	Curta	Lletres	B	B	C

Índex de Claredat (IC_1) = 100%

Factors	V_{pfi}
Color, Màniga	0
Color, Estampat	0
Màniga, Estampat	0

Figura 6.2. Càlcul de l' IC_1 quan s'utilitza el conjunt complet de prototips

Era evident que el conjunt d'estímuls que es mostra a la Figura 6.1, a l'esquerra, és inadequat. No obstant això, el càlcul de l'índex de claredat mostra que la proposta de la Figura 6.1, a la dreta, també és completament insuficient, ja que els factors Color i Estampat estan totalment correlacionats, de manera que donen un IC_1 del 0% (Figura 6.3).

	Color	Màniga	Estampat	F1	F2	F3
2	Blanc	Llarga	Dibuix	B	A	A
4	Blanc	Curta	Dibuix	B	B	A
6	Blanc	Llarga	Bàsica	B	A	B
8	Blanc	Curta	Bàsica	B	B	B
9	Vermell	Llarga	Lletres	A	A	C
11	Vermell	Curta	Lletres	A	B	C

Índex de Claredat (IC_1) = 0%

Factors	V_{pfi}
Color, Màniga	0
Color, Estampat	1
Màniga, Estampat	0

Figura 6.3. Càlcul de l' IC_1 quan s'utilitza un conjunt de prototips reduïts

Hi ha situacions en les quals s'utilitza un conjunt d'estímuls reduïts i, per tant, l' IC_1 no és del 100%, però és força alt. Es té un exemple en els resultats mostrats a la Figura 6.4.

	Color	Màniga	Estampat	F1	F2	F3
1	Vermell	Llarga	Dibuix	A	A	A
3	Vermell	Curta	Dibuix	A	B	A
4	Blanc	Curta	Dibuix	B	B	A
5	Vermell	Llarga	Bàsica	A	A	B
8	Blanc	Curta	Bàsica	B	B	B
10	Blanc	Llarga	Lletres	B	A	C
11	Vermell	Curta	Lletres	A	B	C

Índex de Claredat (IC_1) = 83,3%

Factors	V_{pfi}
Color, Màniga	0,17
Color, Estampat	0,17
Màniga, Estampat	0,17

Figura 6.4. Càlcul de l' IC_1 quan s'utilitza un conjunt de prototips reduïts

Tanmateix, existeix el dubte de si IC_1 és la millor manera de calcular l'índex de claredat.

Al considerar només el pitjor parell de factors, s'assumeix que és tan dolenta una matriu de disseny amb tots els parells de factors amb un cert grau de correlació, que una matriu que només té un parell de factors amb un cert grau de correlació.

Una manera de donar-li pes al fet que tots els parells de factors tinguin algun grau de correlació, seria basar l'Índex de Claredat en la mitjana de la correlació V_{pfi} de totes les parelles de factors pfi , amb $i = 1, \dots, k$.

És a dir, es calcularia de la següent manera:

$$IC_2 = \left(1 - \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k V_{pfi} \right) \cdot 100$$

Tanmateix, IC_2 també té un gran inconvenient. En el cas que només un parell de factors estigui totalment confós i els altres parells de factors tinguin correlació 0, l'índex de claredat sortiria força alt quan en realitat la matriu de disseny obtinguda amb aquest conjunt seria totalment errònia.

Per això, s'ha pensat en combinar tots dos, IC_1 i IC_2 , en una tercera proposta, IC_3 :

$$IC_3 = \left[0,5 \cdot (1 - \max(V_{pfi})) + 0,5 \cdot \left(1 - \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k V_{pfi} \right) \right] \cdot 100$$

D'aquesta manera, el pitjor parell de factors tindrà el seu pes, però, també tindrà el mateix pes, tot el conjunt de les possibles parelles entre factors.

Resumint, es tenen aquestes tres maneres de mesurar l'índex de claredat:

$$IC_1 = (1 - \max(V_{pfi})) \cdot 100$$

$$IC_2 = \left(1 - \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k V_{pfi}\right) \cdot 100$$

$$IC_3 = \left[0,5 \cdot (1 - \max(V_{pfi})) + 0,5 \cdot \left(1 - \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k V_{pfi}\right)\right] \cdot 100$$

Per les tres formes de càlcul, 100 significa excel·lent, matriu clara (totalment desconfosa); i 0 significa pèssim, hi ha factors molt o totalment correlacionats.

Per exemplificar el comportament d'aquestes tres versions de l'índex de claredat, s'han escollit aquests quatre conjunts de prototips (Figura 6.5).

<p>1)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>F1</th> <th>F2</th> <th>F3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>A</td><td>A</td><td>A</td></tr> <tr><td>2</td><td>B</td><td>A</td><td>A</td></tr> <tr><td>5</td><td>A</td><td>A</td><td>B</td></tr> <tr><td>8</td><td>B</td><td>B</td><td>B</td></tr> <tr><td>10</td><td>B</td><td>A</td><td>C</td></tr> <tr><td>11</td><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr> </tbody> </table>		F1	F2	F3	1	A	A	A	2	B	A	A	5	A	A	B	8	B	B	B	10	B	A	C	11	A	B	C	<p>2)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>F1</th> <th>F2</th> <th>F3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>A</td><td>A</td><td>A</td></tr> <tr><td>2</td><td>B</td><td>A</td><td>A</td></tr> <tr><td>5</td><td>A</td><td>A</td><td>B</td></tr> <tr><td>8</td><td>B</td><td>B</td><td>B</td></tr> <tr><td>10</td><td>B</td><td>A</td><td>C</td></tr> <tr><td>12</td><td>B</td><td>B</td><td>C</td></tr> </tbody> </table>		F1	F2	F3	1	A	A	A	2	B	A	A	5	A	A	B	8	B	B	B	10	B	A	C	12	B	B	C	<p>3)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>F1</th> <th>F2</th> <th>F3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>A</td><td>A</td><td>A</td></tr> <tr><td>2</td><td>B</td><td>A</td><td>A</td></tr> <tr><td>5</td><td>A</td><td>A</td><td>B</td></tr> <tr><td>6</td><td>B</td><td>A</td><td>B</td></tr> <tr><td>11</td><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr> <tr><td>12</td><td>B</td><td>B</td><td>C</td></tr> </tbody> </table>		F1	F2	F3	1	A	A	A	2	B	A	A	5	A	A	B	6	B	A	B	11	A	B	C	12	B	B	C	<p>4)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>F1</th> <th>F2</th> <th>F3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>A</td><td>A</td><td>A</td></tr> <tr><td>5</td><td>A</td><td>A</td><td>B</td></tr> <tr><td>12</td><td>B</td><td>B</td><td>C</td></tr> </tbody> </table>		F1	F2	F3	1	A	A	A	5	A	A	B	12	B	B	C
	F1	F2	F3																																																																																																				
1	A	A	A																																																																																																				
2	B	A	A																																																																																																				
5	A	A	B																																																																																																				
8	B	B	B																																																																																																				
10	B	A	C																																																																																																				
11	A	B	C																																																																																																				
	F1	F2	F3																																																																																																				
1	A	A	A																																																																																																				
2	B	A	A																																																																																																				
5	A	A	B																																																																																																				
8	B	B	B																																																																																																				
10	B	A	C																																																																																																				
12	B	B	C																																																																																																				
	F1	F2	F3																																																																																																				
1	A	A	A																																																																																																				
2	B	A	A																																																																																																				
5	A	A	B																																																																																																				
6	B	A	B																																																																																																				
11	A	B	C																																																																																																				
12	B	B	C																																																																																																				
	F1	F2	F3																																																																																																				
1	A	A	A																																																																																																				
5	A	A	B																																																																																																				
12	B	B	C																																																																																																				

Figura 6.5. Conjunts de prototips per exemplificar el comportament de les tres versions de l'IC.

Aquests quatre conjunts de prototips representen quatre situacions diferents que es podrien donar:

- 1) Només es presenta algun grau de correlació entre els factors F2 i F3, i és del 0,5. Els altres parells de factors tenen correlació 0.
- 2) Tots els parells de factors tenen el mateix grau de correlació, i és del 0,5.
- 3) Només els factors F2 i F3 estan totalment confosos. Els altres parells de factors tenen correlació 0.
- 4) Tots els parells de factors estan totalment confosos.

A la Taula 6.2 s'ha calculat les tres versions de l'índex de claredat per cada conjunt de prototips.

Taula 6.2. Comportament de les tres versions del índex de claredat

Conjunt	Factors	V_{pfi}	IC_1	IC_2	IC_3
1)	F1, F2 F1, F3 F2, F3	0 0 0,5	50,00 %	83,33 %	66,67 %
2)	F1, F2 F1, F3 F2, F3	0,5 0,5 0,5	50,00 %	50,00 %	50,00 %
3)	F1, F2 F1, F3 F2, F3	0 0 1	0,00 %	66,67 %	33,33 %
4)	F1, F2 F1, F3 F2, F3	1 1 1	0,00 %	0,00 %	0,00 %

Amb IC_1 s'obté que el conjunt 1 i el conjunt 2 són iguals, mentre que amb IC_2 es té que el conjunt 1 és força més bo que el conjunt 2. Probablement el conjunt 1 sí que és millor que el 2 però no tan com s'obté amb IC_2 .

IC_1 avalua com a pèssims tant el conjunt 3 com el 4. En canvi, IC_2 només avalua com a totalment pèssim el conjunt 4. Aquest fet corre a favor d' IC_1 , ja que amb el conjunt 3 de cap manera es pot obtenir una matriu de disseny que funcioni bé.

IC_3 suavitza aquests resultats de manera que conjunts com el 1 o el 2 no els avalua tant estrictament com IC_1 ni tan positivament com IC_2 .

6.3. Acotar l'Índex de Claredat

Quin és el valor mínim que pot prendre l'índex de claredat d'un conjunt de prototips per què aquest pugui ser considerat prou bo? És a dir, per tal que ens porti a unes conclusions correctes. En aquesta secció, es persegueix determinar aquesta cota.

A la Taula 6.3 tenim el conjunt complet de prototips de l'exemple de les samarretes i la matriu de disseny amb unitats codificades, juntament amb la resposta, per la paraula Kansei acolorida, a la darrera columna.

Taula 6.3. Matriu de disseny de l'exemple de les samarretes amb unitats codificades

	Color	Màniga	Estampat	x_{11}	x_{12}	x_{21}	x_{22}	x_{31}	x_{32}	x_{33}	Mitjana
				Vermell	Blanc	Llarga	Curta	Dibuix	Bàsica	Lletres	
1	Vermell	Llarga	Dibuix	1	0	1	0	1	0	0	5,75
2	Blanc	Llarga	Dibuix	0	1	1	0	1	0	0	3,75
3	Vermell	Curta	Dibuix	1	0	0	1	1	0	0	5,5
4	Blanc	Curta	Dibuix	0	1	0	1	1	0	0	3,75
5	Vermell	Llarga	Bàsica	1	0	1	0	0	1	0	2,75
6	Blanc	Llarga	Bàsica	0	1	1	0	0	1	0	1,75
7	Vermell	Curta	Bàsica	1	0	0	1	0	1	0	4
8	Blanc	Curta	Bàsica	0	1	0	1	0	1	0	3
9	Vermell	Llarga	Lletres	1	0	1	0	0	0	1	5,25
10	Blanc	Llarga	Lletres	0	1	1	0	0	0	1	2,25
11	Vermell	Curta	Lletres	1	0	0	1	0	0	1	5,5
12	Blanc	Curta	Lletres	0	1	0	1	0	0	1	2,75

El model QT1 resultant és:

$$\hat{Y} = 3,8333 + 0,9583x_{11} - 0,9583x_{12} - 0,2500x_{21} + 0,2500x_{22} + 0,8542x_{31} - 0,9583x_{32} - 0,1042x_{33}$$

A la següent taula hi ha els resultats pel test de significació de cada un dels factors.

Taula 6.4. Resultats test significació factors pel conjunt complet

	Estadístic F	p-valor
Color	25,2604	0,0000
Màniga	1,7190	0,1968
Estampat	7,6043	0,0015

Amb un nivell de significació $\alpha = 0,05$, s'obté que l'efecte del factor Màniga no és estadísticament significatiu de forma global.

El valor dels efectes que no són significatius és fruit de l'atzar. Per tant, transportant el model QT1 a la realitat, es pot definir de la següent manera:

$$\hat{Y} = 3,83 + 0,96x_{11} - 0,96x_{12} + 0x_{21} + 0x_{22} + 0,85x_{31} - 0,96x_{32} + 0,10x_{33}$$

Figura 6.6. Model QT1 teòric samarretes

Si penséssim en reduir el nombre d'estímuls en aquest estudi sobre les samarretes, el conjunt de prototips escollit, almenys, hauria de seguir tenint els mateixos nivells per cada factor, ja que en un altre cas no s'estaria estudiant el que es va marcar des d'un principi. Per tant,

hauríem de tenir samarretes de color blanc i vermell, de màniga curta i llarga, i estampades amb dibuix, lletres o sense estampat, bàsiques.

També s'ha de tenir en compte que per tal de ser capaços d'estimar un model de regressió, el número de prototips escollits ha de ser almenys igual als graus de llibertat necessaris per estimar el model. Els graus de llibertat es calculen de la manera següent:

$$\text{graus de llibertat} = \left(\sum_{f \in \text{Factors}} (\text{nivells}_f - 1) \right) + 1$$

En aquest cas:

$$\text{graus de llibertat} = ((2 - 1) + (2 - 1) + (3 - 1)) + 1 = 5$$

Per tant, almenys els conjunts escollits han de tenir 5 prototips.

Tanmateix, tampoc tindria sentit escollir conjunts de prototips amb 2 o més factors totalment correlacionats, com és el cas de la Figura 6.3. Aquests conjunts no s'haurien de considerar ja que no té sentit estimar un model resultant d'un conjunt de prototips amb dos o més factors totalment confosos.

En definitiva, els conjunts de prototips que es podrien escollir per aquest estudi són els que estan compostos d'almenys 5 prototips, consideren tots els nivells de tots els factors i no existeix correlació igual a 1 entre cap d'aquests factors.

A la Taula 6.5 es troba, per una banda, el nombre de prototips que pot configurar la matriu de disseny, i per altra el nombre de subconjunts de prototips possibles que hi ha per cada quantitat de nombre de prototips. En total hi ha 1629 subconjunts de prototips que es podrien escollir.

Taula 6.5. Nombre de prototips VS Nombre de subconjunts

Nombre de prototips	Nombre de subconjunts
5	210
6	411
7	448
8	328
9	165
10	55
11	11
12	1
Total	1629

Per tal de determinar el valor màxim que pot prendre l'índex de claredat, el que es proposa és calcular l'índex de claredat de cada conjunt possible de prototips i ajustar el model QT1 resultant de cada un. Després, mesurarem el grau de concordança de cada model amb el model teòric, el de la pàgina 35.

6.3.1. Índex de Similitud

Es proposa mesurar aquest grau de concordança entre el model real i el model obtingut a partir d'un subconjunt determinat de prototips amb un índex de similitud que tingui en compte tant la significació com el valor dels efectes del model.

Sent Mod_0 el model QT1 teòric real i Mod el model QT1 resultant d'un conjunt de prototips reduït; i sent CS^0 els *category scores* de Mod_0 i CS els *category scores* de Mod , es calcula un índex de similitud per cadascun dels factors de la següent manera:

- Si l'efecte del factor f és globalment significatiu en Mod_0 i també ho és en Mod :

$$IS_f = \left(1 - \frac{1}{nivells_f} \sum_{i \in nivells_f} \left| \frac{CS_i - CS_i^0}{CS_i^0} \right| \right) \cdot 100$$

Cal destacar que $\frac{CS_i - CS_i^0}{CS_i^0}$ es tracta de la variació percentual entre CS_i^0 i CS_i .

- Si l'efecte del factor f és globalment significatiu en Mod_0 però no ho és en Mod :

$$IS_f = 0$$

- Si l'efecte del factor f no és globalment significatiu en Mod_0 però tampoc ho és en Mod :

$$IS_f = 100$$

- Si l'efecte del factor f no és globalment significatiu en Mod_0 però sí ho és en Mod :

$$IS_f = 0$$

Després de calcular IS_f per cada factor, finalment, es calcula l'Índex de Similitud Global de la següent manera:

$$IS_g = \frac{1}{\text{nombre factors}} \sum_{f \in \text{factors}} IS_f$$

L'índex de similitud es representa amb un percentatge. Com més petit sigui (pot prendre valors negatius), pitjor serà el grau de concordança entre els dos models. El valor més gran que pot prendre és el 100%, que és l'ideal

A continuació es presenta un exemple de com es calcula aquest índex de similitud.

Suposem que es vol prescindir d'un dels prototips i es decideix prescindir de la samarreta vermella, de màniga llarga i estampada amb lletres, és a dir, s'elimina el prototip número 12 (

Figura 6.7). I es calcula el model QT1 resultant de la puntuació de 4 participants als 11 prototips per la paraula Kansei acolorida.

L'índex de claredat (IC_3) per aquest conjunt de prototips és del 85,91%, a priori, força bo.

	Color	Màniga	Estampat	F1	F2	F3
1	Blanc	Curta	Bàsica	A	A	A
2	Vermell	Curta	Bàsica	B	A	A
3	Blanc	Llarga	Bàsica	A	B	A
4	Vermell	Llarga	Bàsica	B	B	A
5	Blanc	Curta	Dibuix	A	A	B
6	Vermell	Curta	Dibuix	B	A	B
7	Blanc	Llarga	Dibuix	A	B	B
8	Vermell	Llarga	Dibuix	B	B	B
9	Blanc	Curta	Lletres	A	A	C
10	Vermell	Curta	Lletres	B	A	C
11	Blanc	Llarga	Lletres	A	B	C

Índex de claredat (IC_3) = 85,91%

Factors	V_{pfi}
Color, Màniga	0,10
Color, Estampat	0,15
Màniga, Estampat	0,15

Figura 6.7. Conjunt de prototips prescindint del número 12 i càlcul IC_3

El model QT1 resultant és:

$$\hat{Y} = 3,9318 + 0,8090x_{11} - 0,9708x_{12} - 0,2896x_{21} + 0,3474x_{22} + 0,8076x_{31} - 1,0048x_{32} + 2,2630x_{33}$$

Amb l'índex de similitud es mesurarà el grau de concordança entre aquest model i el model teòric, el de la pàgina 35.

A la següent taula hi ha els resultats pel test de significació de cada un dels factors d'aquest conjunt reduït de prototips.

Taula 6.6. Resultats test significació factors per el conjunt de prototips prescindint del número 12

	Estadístic F	p-valor
Color	18,3422	0,0001
Màniga	2,3489	0,1334
Estampat	7,5460	0,0017

Amb un nivell de significació $\alpha = 0,05$ s'obté que els efectes del factor Color i del factor Estampat són estadísticament significatius, però l'efecte del factor Màniga no ho és.

Es calcula l'índex de similitud per cada factor:

- L'efecte del factor Color és globalment significatiu tal com passa en el model teòric.

Per tant:

$$IS_{color} = \left(1 - \frac{1}{2} \left(\left| \frac{0,96 - 0,8090}{0,96} \right| + \left| \frac{-0,96 - (-0,9708)}{-0,96} \right| \right) \right) \cdot 100 = 91,56 \%$$

- L'efecte del factor Màniga no és globalment significatiu tal com passa en el model teòric. Per tant:

$$IS_{maniga} = 100 \%$$

- L'efecte del factor Estampat és globalment significatiu tal com passa en el model teòric. Per tant:

$$IS_{estampat} = \left(1 - \frac{1}{3} \left(\left| \frac{0,85 - 0,8076}{0,85} \right| + \left| \frac{-0,96 - (-1,0048)}{-0,96} \right| + \left| \frac{-0,10 - (-0,2630)}{-0,10} \right| \right) \right) \cdot 100 = 45,74 \%$$

I, finalment, l'índex de similitud global:

$$IS_g = \frac{1}{3} [91,56 + 100 + 45,74] = 79,10 \%$$

Per tant, el que es pot concloure amb aquest exemple és que el grau de concordança entre el model resultant del conjunt complet de prototips amb el resultant d'aquest conjunt reduït és força alt, conseqüentment, fa pensar que el valor que pren el corresponent IC_3 (85,91 %) és acceptable. Tot i que hem fet aquest exemple amb IC_3 , veurem a l'apartat següent quin mètode de càlcul de l'índex de claredat és més adequat, IC_1 , IC_2 o IC_3 .

6.3.2. Resultats simulacions

Per tal de determinar el valor mínim que pot prendre l'índex de claredat mantenint unes conclusions de l'anàlisi correctes, s'han simulat els 1629 subconjunts que es podrien escollir en aquest estudi de les samarretes. Per aquests 1629 subconjunts s'han calculat les tres versions de l'índex de claredat i s'ha estimat el model QT1. Seguidament, s'ha calculat l'índex de similitud.

En primer lloc, es mostren els resultats obtinguts en quant a l'índex de claredat.

La Taula 6.7 mostra el resum numèric de IC_1 en front del nombre de prototips dels subconjunts.

Taula 6.7. Resum numèric de IC_1 vs Nombre de prototips

Nombre de prototips	Índex de Claredat IC_1 (%)					
	Mínim	1r Quantil	Mediana	Mitjana	3r Quantil	Màxim
5	23,62	23,62	33,33	33,24	38,76	59,18
6	18,35	29,29	36,75	38,88	52,86	66,67
7	21,83	43,48	45,23	47,44	52,86	83,33
8	29,29	46,25	55,28	55,62	66,67	100,00
9	50,00	59,18	65,00	63,20	68,38	84,19
10	59,18	74,18	74,18	72,13	75,00	80,00
11	85,09	85,09	85,09	85,09	85,09	85,09
12	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

S'observa que en mitjana a major nombre de prototips en el subconjunt, major és IC_1 . Tanmateix, destaca el fet que llevat del conjunt de 12 prototips, el complet, només amb 8 prototips es pot obtenir un subconjunt amb un IC_1 del 100%.

A la Taula 6.8 es té el resum numèric, aquest cop per IC_2 , en front del nombre de prototips.

Taula 6.8. Resum numèric de IC_2 vs Nombre de prototips

Nombre de prototips	Índex de Claredat IC_2 (%)					
	Mínim	1r Quantil	Mediana	Mitjana	3r Quantil	Màxim
5	33,33	43,53	50	48,25	52,37	67,23
6	47,98	54,47	59,76	59	62,77	88,89
7	54,68	61,86	63,02	65,59	70,05	83,33
8	63,85	67,18	74,89	72,98	76,49	100,00
9	67,25	74,73	75,85	77,47	77,79	86,13
10	76,12	80,56	85,84	83,89	86,39	93,33
11	86,73	86,73	86,73	86,73	86,73	86,73
12	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

En aquest cas, també s'observa (Taula 6.8) que, en mitjana, a major nombre de prototips en el subconjunt, major és IC_2 . Tot i que, es pot apreciar que el valor d' IC_2 és, en tots els casos, força superior o igual que IC_1 , mai inferior.

També, a la Taula 6.9 es troba el resum numèric per IC_3 en front del nombre de prototips.

Taula 6.9. Resum estadístic descriptiu de IC_3 vs Nombre de prototips

Nombre de prototips	Índex de Claredat IC_3 (%)					
	Mínim	1r Quantil	Mediana	Mitjana	3r Quantil	Màxim
5	31,17	33,58	41,67	40,74	42,16	63,2
6	36,9	42,8	45	48,94	54,88	77,78
7	42,33	52,6	56,07	56,51	60,04	83,33
8	52,86	57,04	62,92	64,3	71,11	100,00
9	62,36	66,13	67,51	70,33	71,98	85,16
10	72,78	75,15	77,78	78,01	80,01	86,67
11	85,91	85,91	85,91	85,91	85,91	85,91
12	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Els valors d' IC_3 sempre estan entre IC_1 i IC_2 .

En segon lloc, es mostren els resultats per l'índex de similitud.

A la Taula 6.10 s'informa sobre el resum numèric de l'índex de similitud global (IS_g), calculat a partir dels 1629 subconjunts de prototips estudiats.

Taula 6.10. Resum numèric IS_g

Índex de Similitud Global IS_g (%)						
Mínim	1r Quantil	Mediana	Mitjana	3r Quantil	Màxim	Desv. Típica
-128,30	33,33	55,80	47,76	66,50	94,46	31,32

Es té que un 25 % dels subconjunts tenen un IS_g entre -128,30 % i 33,33 %. Per altra banda, un 25 % dels subconjunts tenen un IS_g per sobre del 66,55 %.

La mediana (55,80 %) està per sobre de la mitjana (47,79 %) degut a la asimetria de les dades. I, hi ha molta variabilitat entre els subconjunts, en concret, la desviació típica és de 31,34 %.

Per tal de veure com varia la distribució de l'índex de similitud global (IS_g) segons el nombre de prototips en els subconjunts, d'entre 5 i 11 prototips, tenim la Taula 6.11.

Taula 6.11. Resum numèric IS_g vs Nombre de prototips

Nombre de prototips	Índex de Similitud IS_g (%)						
	Mínim	1r Quantil	Mediana	Mitjana	3r Quantil	Màxim	Desv. Típica
5	-128,30	30,67	35,05	28,15	52,17	84,17	37,83432
6	-107,60	27,39	49,28	37,59	57,97	91,23	31,53519
7	-65,05	33,82	55,25	46,62	61,90	93,47	27,81281
8	-27,77	49,65	62,39	58,26	75,29	94,46	23,72184
9	3,462	61,020	71,980	68,100	82,240	93,910	18,95076
10	25,09	72,49	78,15	77,68	86,53	94,00	12,87763
11	71,77	79,10	84,63	83,28	87,74	90,61	6,126877

S'observa com a major nombre de prototips en el subconjunt, major és l'índex de similitud i menor és la desviació típica entre els subconjunts.

A continuació, es troba la representació gràfica de l'índex de similitud. En primer lloc, un histograma per tots els subconjunts i, després, estratificant pel nombre de prototips en els subconjunts.

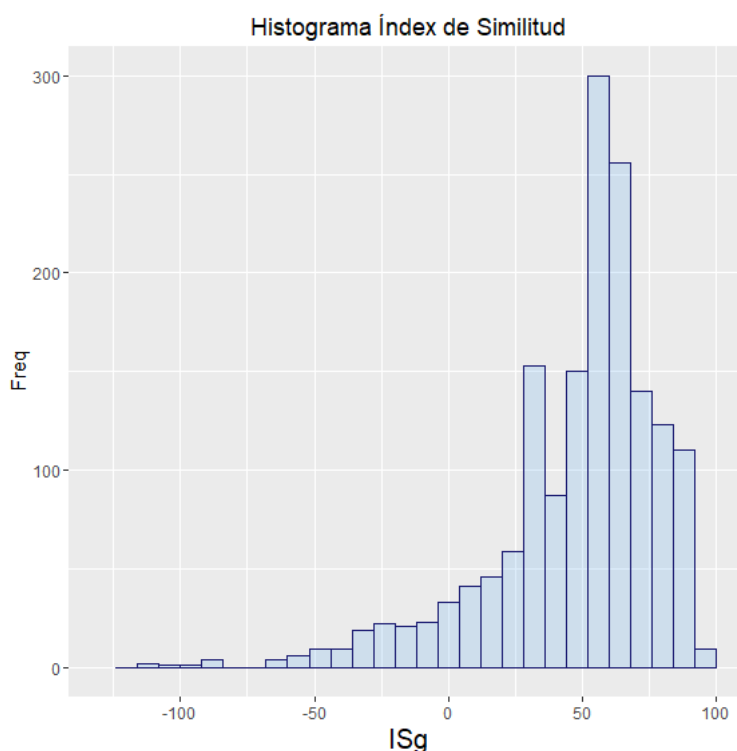


Figura 6.8. Histograma Índex de Similitud Global

A la Figura 6.8, es pot observar que la distribució de IS_g és asimètrica a l'esquerra. Al voltant d'un IS_g del 60 % és on hi ha un nombre més elevat de subconjunts.

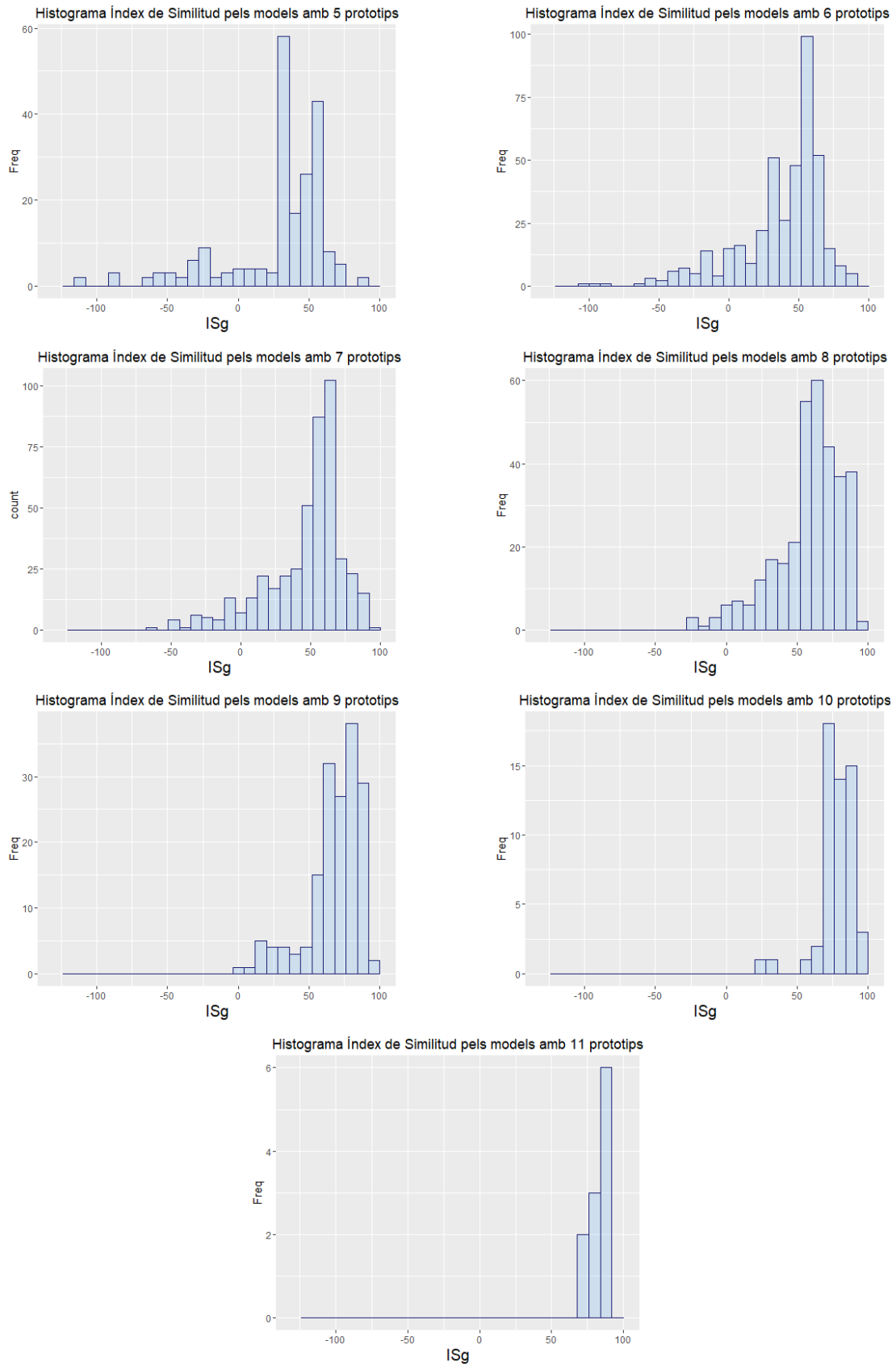


Figura 6.9. Histogrames Índex de Similitud Global per cada número de prototips

Es veu clarament que a major número de prototips major és l'índex de similitud global. El que no vol dir necessàriament que com més prototips es facin servir millor serà l'estimació del model, ja que hi ha molta dispersió entre els subconjunts amb mateix nombre de prototips.

Finalment, per relacionar l'índex de claredat amb l'índex de similitud i determinar al voltant de quins valors de l'índex de claredat és possible obtenir una matriu que funcioni bé alhora d'estimar els efectes principals, s'ha representat gràficament l'índex de similitud en front les tres versions de l'índex de claredat en un gràfic de dispersió. A més, els colors dels punts d'aquests gràfics serveixen per distingir els subconjunts amb diferent número de prototips.

També, es té el propòsit d'acabar de decidir quina és la millor manera de calcular el grau d'idoneïtat d'un conjunt de prototips a través del l'índex de claredat, amb la fórmula de IC_1 , de IC_2 o de IC_3 .

En primer lloc, es troba el gràfic de dispersió de IC_1 en front de IS_g .

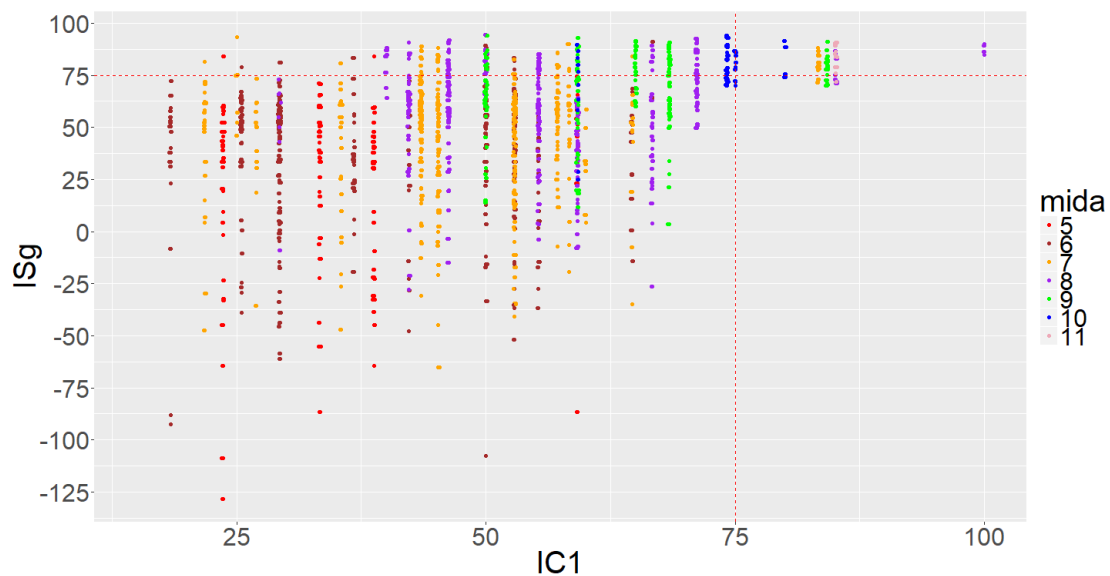


Figura 6.10. Gràfic de dispersió IC_1 vs IS_g

En aquest gràfic també s'aprecia la gran dispersió de IS_g de la que s'ha parlat anteriorment. Però es confirma el que s'esperava, i es que a valors alts de IC_1 s'obtenen valors alts de IS_g . Concretament, s'observa un canvi dràstic a partir d'un IC_1 del 75 %, aproximadament, on la variabilitat disminueix i s'observa que aquests subconjunts tenen un IS_g superior al 70 %, aproximadament.

També, s'observa com els subconjunts amb un IC_1 del 100 % tenen un IS_g molt elevat. Aquests són quatre subconjunts compostos de 8 prototips.

En segon lloc, es troba el gràfic de dispersió de IC_2 en front de IS_g (Figura 6.11).

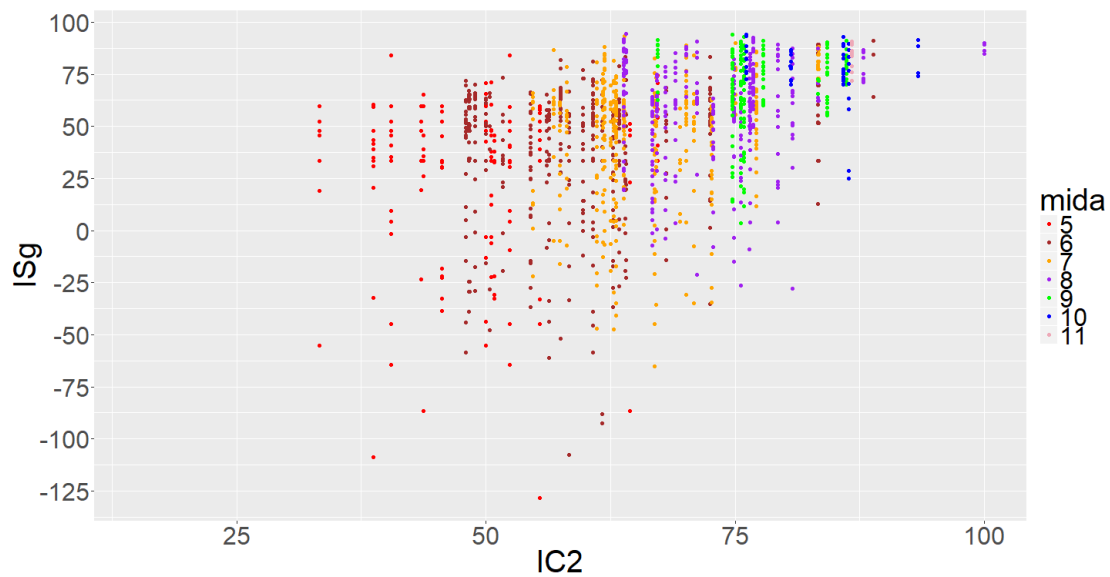


Figura 6.11. Gràfic de dispersió IC_2 vs IS_g

Com IC_2 és més “optimista” a l’hora de mesurar el grau de claredat d’un conjunt d’estímuls, el núvol de punts d’aquest gràfic no és gaire similar al de la figura anterior (Figura 6.10). S’observa com alguns subconjunts que tenen un IC_2 alt, per sobre del 75 %, tenen un IS_g baix, al voltant del 0. Malgrat això, s’observa, de manera semblant com passa amb IC_1 , que a valors alts de IC_2 s’obtenen valors alts de IS_g . Tanmateix, no resulta tan senzill veure a partir de quin valor de IC_2 existeix un canvi dràstic en el que comença a disminuir la variabilitat.

Finalment, es té el gràfic de dispersió de IC_3 en front de IS_g .

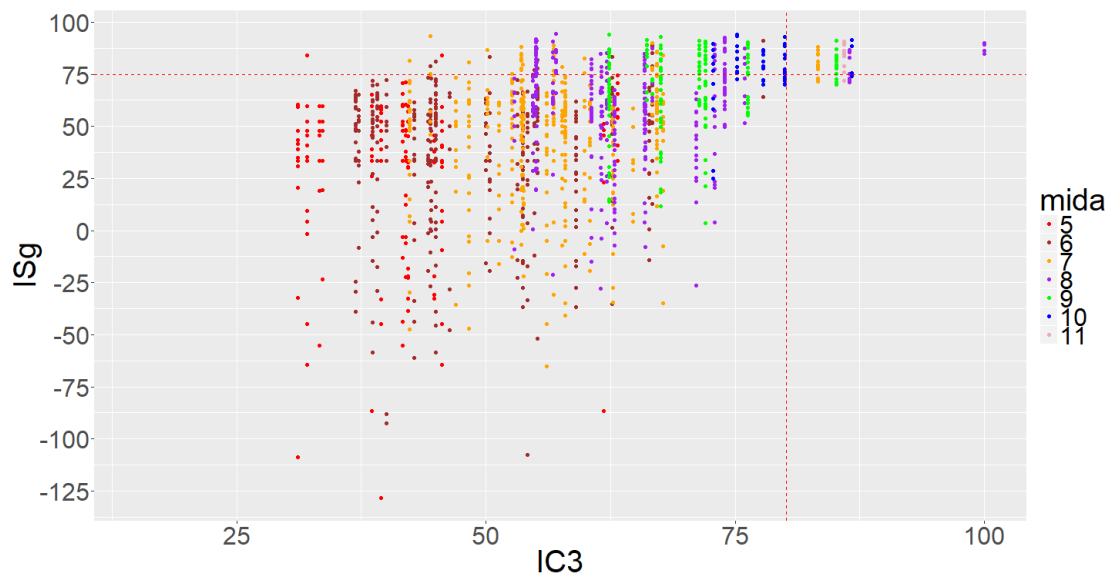


Figura 6.12. Gràfic de dispersió IC_3 vs IS_g

A la Figura 6.12, s'observa com la dispersió de IS_g va disminuint a mida que augmenta IC_3 . A més, en aquest cas es veu com a partir d'un IC_3 al voltant del 80 % el valor de IS_g és molt alt.

Després d'estudiar el comportament de les tres versions de l'índex de claredat i de relacionar-les amb l'índex de similitud, s'ha arribat a les següents conclusions:

- IC_2 no és una bona mesura del grau d'adequació d'un conjunt de prototips, ja que atorga un alt índex de claredat a subconjunts dels quals s'ha estimat un model QT1 que no concorda amb el model QT1 teòric.
- Tal com s'ha explicat més a dalt, IC_1 té l'inconvenient que avalua de la mateixa manera els subconjunts amb tots els parells de factors amb un cert grau de correlació, que els subconjunts que només tenen un parell de factors amb un cert grau de correlació. Això no passa amb IC_3 .
- L'índex de claredat IC_3 és un compromís entre IC_1 i IC_2 que agafa el millor dels dos. Per aquest motiu, es conclou que IC_3 és la millor manera per mesurar el grau d'adequació d'un conjunt d'estímuls.

Donat que s'ha triat IC_3 com a millor índex de claredat, un conjunt d'estímuls ha de tenir un IC_3 com a mínim al voltant del 80 %, per tal que sigui possible obtenir una matriu de disseny que funcioni bé alhora d'estimar els efectes principals.

A partir d'aquí, sempre que s'anomeni l'índex de claredat, es té que la manera de calcular-lo és la de IC_3 :

$$IC_3 = \left[0,5 \cdot (1 - \max(V_{pfi})) + 0,5 \cdot \left(1 - \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k V_{pfi} \right) \right] \cdot 100$$

7. Estudi de platges – Fase 2

En aquesta apartat reprenem l'estudi de les platges, en la seva fase 2: la preparació del conjunt de prototips que es mostraran als participants de l'estudi. Seguidament, s'exposa les característiques de l'enquesta: el disseny del qüestionari i la manera de recollir les dades.

7.1. Selecció dels prototips per l'estudi de les platges

En aquest apartat es proposa un procediment per escollir els prototips de l'estudi quan es tenen molts factors i es determina quins seran els prototips per l'estudi de les platges.

Quan es tenen molts factors en un estudi d'EK és inevitable haver de reduir el conjunt de totes les combinacions de prototips.

A l'apartat anterior s'ha mostrat com amb un conjunt amb un índex de claredat alt, per sobre del 80 %, s'obté una matriu de disseny que funciona bé, ja que s'aconsegueix estimar els efectes principals de manera molt similar com s'aconsegueix amb la matriu resultant del conjunt complet de prototips.

Per tant, el procediment proposat per escollir els prototips d'un estudi en el que es tenen molts factors, és el següent:

1. A partir de la matriu completa, la resultant de totes les combinacions dels nivells dels factors, reduir-la fins trobar la matriu ortogonal més petita. És a dir, trobar el conjunt amb el mínim nombre de combinacions amb el que s'obté un índex de claredat del 100 %. Aquesta matriu és molt senzill trobar-la amb la funcionalitat ORTHOPLAN de SPSS.
2. Si el nombre de prototips (n), és a dir, el nombre de files d'aquesta matriu no és prou petit, intentar reduir-la. S'ha de tenir el compte que el mínim nombre de prototips requerits per poder estimar un model de regressió és:

$$m = \left(\sum_{f \in \text{Factors}} (\text{nivells}_f - 1) \right) + 1$$

Per tant, a partir de la matriu ortogonal, trobar totes les combinacions/subconjunts de m prototips, de $m + 1$, de $m + 2$... fins arribar a n . Després calcular l'índex de claredat de tots aquests conjunts.

- Per $m, m + 1, m + 2, \dots, n$, seleccionar el conjunt amb el màxim índex de claredat. D'entre aquests seleccionar un conjunt que tingui l'índex de claredat per sobre del 80 %. Aquest conjunt de prototips serà el que s'utilitzarà en l'estudi.

Aquest és el procediment que s'ha seguit per determinar la matriu de disseny de l'estudi de les platges.

Taula 7.1. Factors i nivells de l'estudi de les platges

	Factor	Nivells
A	Mida del gra de sorra	Fi (1) Gruixut (2)
B	Dutxes	Sí (1) No (2)
D	Pendent d'accés a l'aigua	Pla (1) Pronunciat (2)
E	Vigilància i socorrisme	Sí (1) No (2)
F	Xiringuito	Sí (1) No (2)
G	Para-sols i gandules de lloguer	Sí (1) No (2)
I	Vegetació	Sí (1) No (2)
K	Equipaments d'esport aquàtic de lloguer	Sí (1) No (2)
L	Color de la sorra	Blanc (1) Torrat (2) Negre (3)

En aquesta taula es troben els factors amb els seus corresponents nivells per a l'estudi de les platges.

Amb la funcionalitat ORTHOPLAN de SPSS s'ha obtingut la matriu ortogonal mínima d'entre totes les combinacions possibles (Figura 7.1)

De les 768 combinacions possibles, ORTHOPLAN retorna una matriu de només **16 files**.

A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	1	2	2	2	2	1	2	1
1	2	1	1	2	2	1	2	2
1	2	2	1	1	2	2	2	1
1	2	2	2	1	1	1	1	2
2	1	1	1	2	1	1	2	1
2	2	2	2	2	1	1	2	3
2	1	2	2	1	2	1	1	1
1	1	2	1	2	1	2	1	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	1	2	2	2	1	1
2	2	1	1	1	2	1	1	3
1	1	1	2	1	2	2	2	3
2	1	2	1	1	1	2	2	2
2	1	1	2	2	2	2	1	2
1	2	1	2	2	1	2	1	1
2	2	1	2	1	1	2	2	1

Figura 7.1. Matriu ortogonal obtinguda amb ORTHOPLAN SPSS

A continuació, es defineix el mínim nombre de prototips requerits per poder estimar un model de regressió, en aquest cas.

Hi ha 8 factors a 2 nivells i 1 factor a 3, llavors:

$$m = 8 \cdot (2 - 1) + (3 - 1) + 1 = 11$$

Per tant, s'ha de calcular l'índex de claredat per tots els conjunts d'entre 11 i 16 factors.

A la Figura 7.2 es representa el màxim índex de claredat obtingut per cada número de prototips.

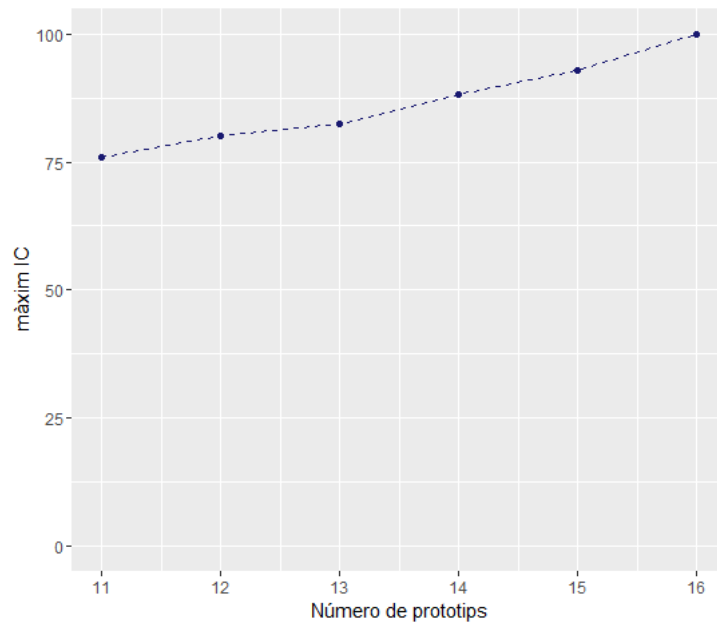


Figura 7.2. Número de prototips platges VS màxim IC

Com menor sigui el número de prototips, el número d'estímul que hauran d'avaluar els participants de l'estudi, més senzill resultarà contestar l'enquesta. En aquest cas, com a mínim el conjunt ha de ser d'11 prototips per ser capaçs d'estimar un model de regressió a la fase de síntesi. Tanmateix, amb un conjunt d'11 prototips no s'aconsegueix un índex de claredat prou alt. Per això, es selecciona un conjunt de 12 prototips amb el que s'obté un índex de claredat del 80,09 %.

Cal destacar que no tots els conjunts possibles de 12 prototips tenen un índex de claredat del 80,09 %, només són alguns conjunts concrets. D'entre aquests concrets, es pot escollir qualsevol.

La Taula 7.2 mostra els prototips de les platges del conjunt que s'ha escollit. Cada fila representa un dels estímuls que els participants de l'estudi hauran d'avaluar per cada paraula Kansei.

Taula 7.2. Prototips platges

PROTOTIP	Gra de sorra	Dutxes	Pendent	Socorrisme	Xiringuit	Para-sols	Vegetació	Nàutic	Color de sorra
1	Fi	No	Pla	Sí	No	No	Sí	No	Torrat
2	Fi	No	Pronunciat	Sí	Sí	No	No	No	Blanc
3	Fi	No	Pronunciat	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Torrat
4	Gruixut	Sí	Pla	Sí	No	Sí	Sí	No	Blanc
5	Gruixut	No	Pronunciat	No	No	Sí	Sí	No	Negre
6	Gruixut	Sí	Pronunciat	No	Sí	No	Sí	Sí	Blanc
7	Fi	Sí	Pronunciat	Sí	No	Sí	No	Sí	Negre
8	Gruixut	No	Pla	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Negre
9	Fi	Sí	Pla	No	Sí	No	No	No	Negre
10	Gruixut	Sí	Pronunciat	Sí	Sí	Sí	No	No	Torrat
11	Gruixut	Sí	Pla	No	No	No	No	Sí	Torrat
12	Fi	No	Pla	No	No	Sí	No	Sí	Blanc

7.2. Recollida de dades

En aquest apartat es determinen les característiques del qüestionari utilitzat i quina ha estat la manera de recollir les dades.

En el qüestionari es presentaran els 12 prototips de platges. Per cada prototip de platja es presenta una targeta amb les característiques tècniques d'aquesta. Les característiques tècniques estaran representades amb una sèrie de dibuixos.

Si una platja no disposa d'alguna característica, apareix el dibuix corresponent taxat, excepte per la mida i el color del gra de sorra, i el pendent per entrar a l'aigua, que es té un dibuix per cada nivell.

A la Figura 7.3 es troba la llegenda amb el significat que té cadascun dels dibuixos que poden aparèixer en les targetes representant cada prototip de platja.














	Sorra fina		Sorra gruixuda
	Sorra blanca		Sorra color torrat
	Sorra negra		Dutxes
	Xiringuito		Vigilància i socorrisme
	Pendent pla per entrar a l'aigua		Para-sols i gandules de lloguer
	Pendent pronunciat per entrar a l'aigua		Vegetació
			Activitats nàutiques

Figura 7.3. Llegendes dibuixos platges

Per exemple pel prototip 1 es mostra la següent targeta:



Figura 7.4. Targeta per al prototip de platja número 1

Com s'ha dut a terme la recollida de dades? S'han valorat les tres opcions possibles mencionades a l'apartat 0 de la pàgina 6: puntuar els prototips, classificar els prototips o seleccionar els prototips.

Finalment, després de valorar les tres opcions, s'ha decidit que la manera de recollir les dades en aquest estudi sigui classificar els prototips, el que vol dir que es mostren els 12 prototips

de platges i cada participant els ordena per cada paraula Kansei. És a dir, les platges al final reben puntuacions del 1 al 12.

Per una banda, si en comptes de classificar els prototips es puntuessin, probablement les puntuacions obtingudes no serien ni molt altes ni molt baixes, ja que quan no es compara una platja amb una altra, és més difícil adonar-se del que realment influeix en una certa paraula Kansei, és a dir, en una sensació. Per altra banda, si es demanés seleccionar els productes, els participants haurien de fer masses comparacions, ja que si aquestes es fessin en parelles, cada participant hauria de fer 66 comparacions per cada paraula Kansei.

Classificar els prototips és la millor manera de recollir les dades en aquest cas ja que és la que permet que els participants s'adonin de les diferències en les platges i de les sensacions que aquestes els hi provoquen. Tot i que cada participant no haurà d'ordenar els 12 prototips d'un cop, sinó que se li demanarà que faci el següent:

1. Fer dos grups de 6 prototips de manera que a una banda es tinguin els més corresponents amb la paraula Kansei i a l'altre banda els menys.
2. Per cada grup de 6 prototips, tornar a fer una divisió en dos grups, en una banda els 3 més corresponents amb la paraula Kansei i a l'altra banda els 3 menys corresponents.
3. Per cada grup de 3 ordenar-los de més a menys.

D'aquesta manera al participant li resultarà més fàcil començar a classificar els prototips.

Un punt a favor que té classificar els prototips és que com es mostren tots els prototips a la vegada, d'aquesta manera s'evita el biaix en les respostes causat quan els productes es mostren en un determinat ordre. De la mateixa manera, cal aleatoritzar l'ordre en que es mostren les paraules Kansei.

Per cada persona que es va mostrar voluntària a realitzar l'enquesta, se li va donar una introducció per explicar el propòsit de l'estudi. Seguidament, se li va entregar la llegenda (Figura 7.3) i se la va instar a llegir-la i a preguntar qualsevol dubte que tingués sobre el significat dels prototips. Després, se li va explicar el procediment que havia de seguir per classificar les platges.

Per tal d'assegurar-se de que cada participant entén el mateix quan llegeix cada paraula Kansei, abans de que comencés a classificar els productes per una determinada paraula Kansei, se li va donar una definició per aquesta.

Les definicions per cada paraula Kansei d'aquest estudi són:

- **Familiar:** que és adequada per a gent de totes les edats, que poden estar famílies senceres juntes.

8. Estudi de platges – Fase 3

Un cop recollides les dades, toca analitzar-les per tal de descobrir quines relacions hi ha entre les característiques tècniques de les platges i les paraules Kansei. És la fase de síntesi en un estudi d'enginyeria kansei.

En primer lloc, cal parlar sobre el perfil dels participants de l'estudi. 23 persones es van prestar voluntàries a fer l'enquesta, 10 dones i 13 homes, d'entre 18 i 58 anys.

Taula 8.1. Edats participants de l'estudi

Edat	18	19	21	22	23	24	25	41	43	48	51	54	58
Nº de participants	1	2	3	5	2	1	2	1	1	1	1	2	1

Podem començar fent una anàlisi descriptiva dels resultats. Per tal de detectar similituds en la percepció de les diferents paraules Kansei, s'ha representat gràficament (Figura 8.1) la projecció en el primer pla factorial de les paraules Kansei (fet amb la funció PCA del paquet d'R FactoMiner). Per comprovar si hi ha similituds en la puntuació dels diferents prototips per cada una de les diferents paraules Kansei, s'ha fet servir la funció stars del paquet d'R graphics per obtenir el gràfic de radar de la Figura 8.2.

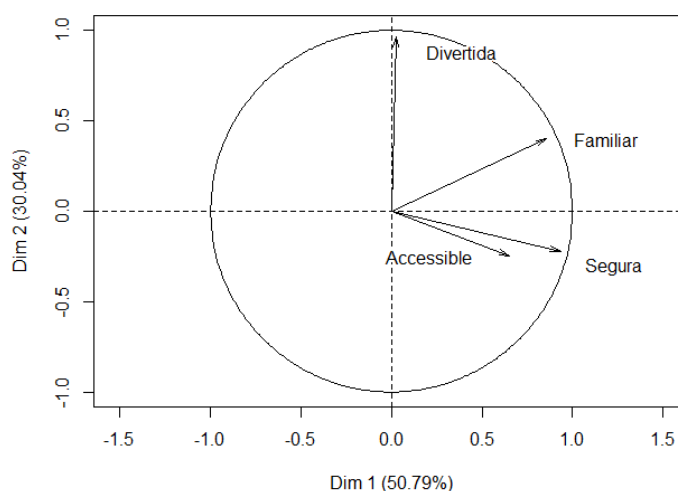


Figura 8.1. Projecció en el primer pla factorial de les paraules Kansei

A la Figura 8.1 s'observa que les paraules segura i accessible apareixen molt properes entre sí (estan correlacionades). Això té sentit, ja que ambdues paraules tenen els factors vigilància i socorrisme i pendent per entrar a l'aigua significatius, i amb els valors en la mateixa direcció. Això ho veurem més endavant.

Els gràfics de radar per segura i accessible (Figura 8.5) tenen formes bastant semblants, amb puntuacions especialment molt similars per les platges 4, 5 i 10.

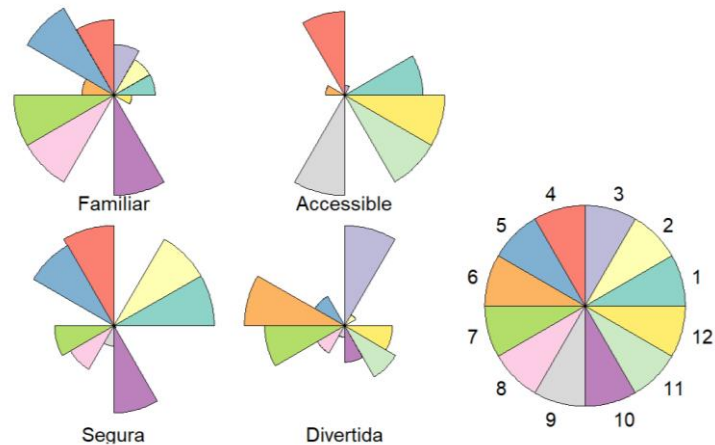


Figura 8.2. Gràfic de radar per les paraules Kansei

Els perfils per les paraules familiar i segura es mostren a la Figura 8.3. El gràfic de l'esquerra mostra la qualificació mitjana de cada prototip de platja. Les dues línies són bastant paral·leles i confirmen que les dos paraules es perceben com a semblants, excepte per les tres primeres platges. Es pot calcular i agregar al gràfic un interval de confiança del 95% per a cada paraula i per a cada prototip (Figura 8.3, dreta). Els intervals de confiança han de superposar-se per a tots els estímuls si les paraules tenen una valoració similar (en aquest cas, els dos intervals de confiança se superposen per als prototips del 4 al 12). Per tant, tot indica a que les paraules familiar i segura són percebudes de manera molt semblant.

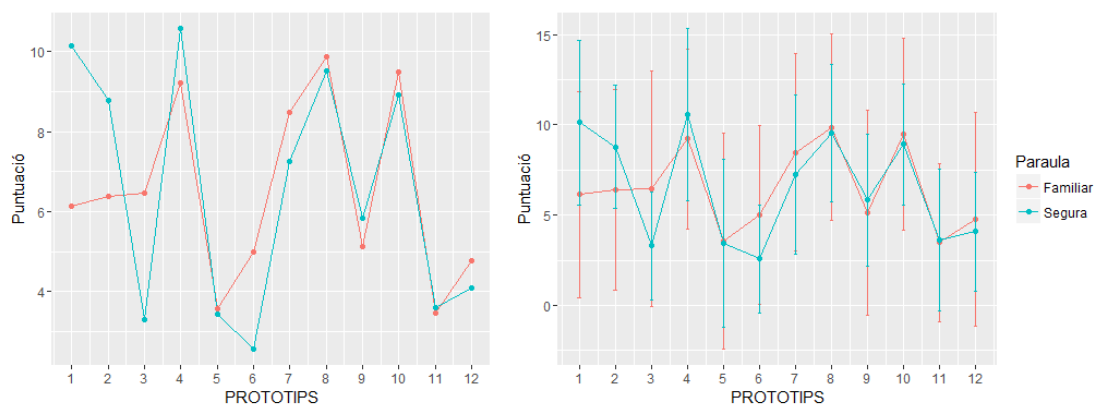


Figura 8.3. Perfils per les paraules Kansei Familiar i Segura

8.1. Anàlisi de dades: síntesi

Dins l'esquema de realització d'un estudi d'enginyeria kansei explicat a l'apartat 2.1, la fase de síntesi és on es lliguen les respostes (paraules kansei) amb les característiques tècniques del producte. És a dir, és on descobrim quines característiques ha de tenir una platja per transmetre la sensació de segura, familiar, accessible o divertida.

La tècnica de regressió QT1, explicada a l'apartat 4 d'aquest treball, és una manera molt atractiva de presentar aquesta relació entre les propietats i les paraules Kansei perquè els seus resultats mostrats de manera visual són molt fàcils d'interpretar.

A continuació, es mostra la representació gràfica de la QT1 per cada paraula Kansei on es pot observar quins factors tenen un efecte significatiu sobre la resposta juntament amb el valor del *category score* per cada un dels seus nivells.

A més dels resultats de la QT1, es mostra un diagrama amb la importància relativa de cada factor, per aquells factors que han sortit significatius. La importància relativa de cada factor s'ha calculat d'una manera molt simple: és el percentatge de rang de variació en la resposta entre els nivells d'aquell factor respecte al total de rangs de variació per tots els factors. És a dir:

$$\text{Importància relativa factor } i = \frac{\text{rang factor } i}{\sum_{i \in \text{factors}} \text{rang factor } i} \cdot 100$$

Primer, analitzem els resultats per la paraula Kansei Segura.

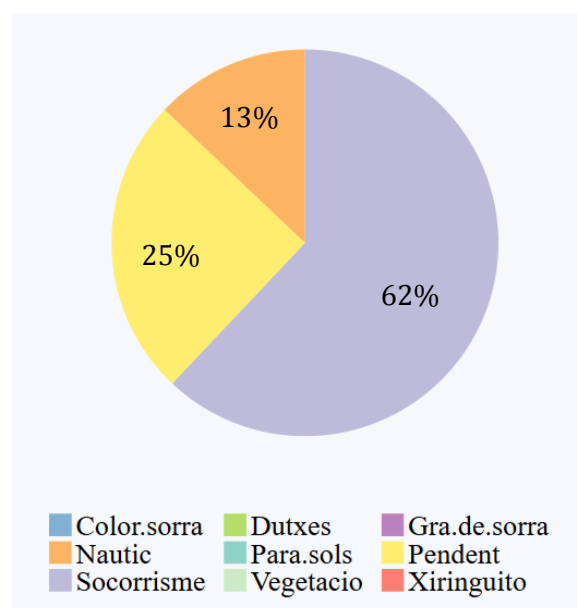


Figura 8.4. Importància relativa dels factors significatius per la paraula Kansei Segura

A la Figura 8.4, es pot observar com els factors amb un efecte significatiu sobre la resposta per la paraula Kansei segura, són la vigilància i el socorrisme, el pendent per entrar a l'aigua i les activitats nàutiques. Tot i que hi ha un factor que té, amb diferència, més importància (62 %) sobre la resposta: la vigilància i el socorrisme. El segon factor que té més pes és el pendent per entrar a l'aigua (25 %) i per últim, les activitats nàutiques (13 %).

Segons els valors dels *category scores* (Figura 8.5), els participants de l'estudi perceben les platges com a segures quan:

- Vigilància i socorrisme → Sí
- Pendent per entrar a l'aigua → pla
- Activitats nàutiques → No

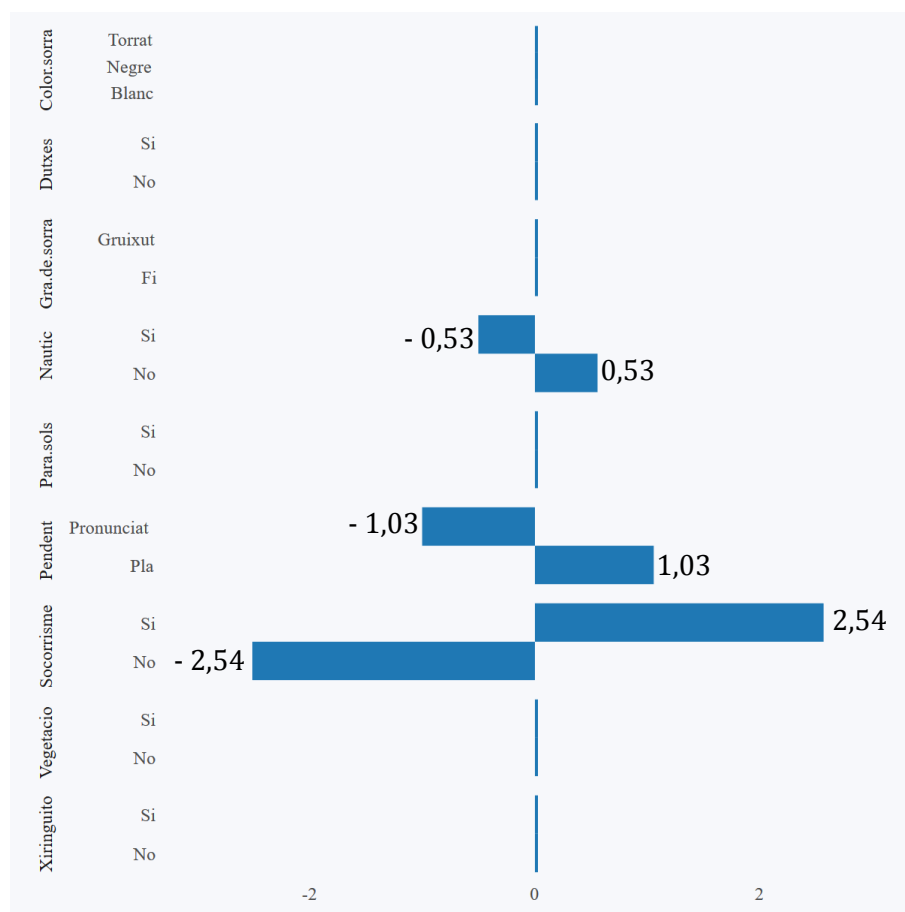


Figura 8.5. Resultats QT1 per la paraula Kansei Segura

En segon lloc, ens fixem en els resultats de la paraula Kansei Familiar.

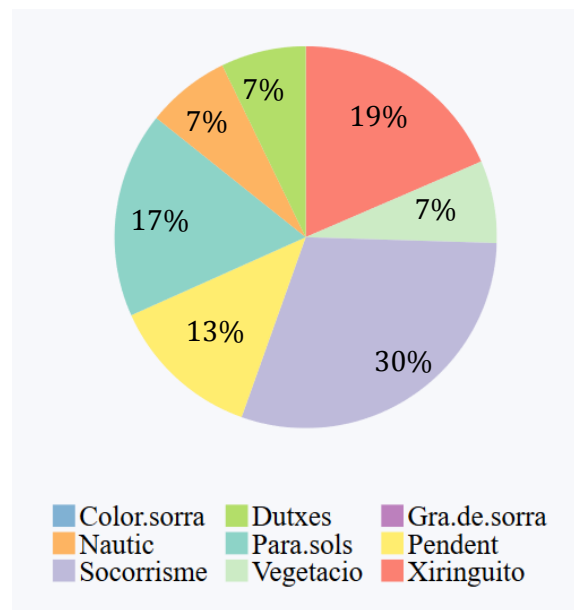


Figura 8.6. Importància relativa dels factors significatius per la paraula Kansei Familiar

En el gràfic de pastís de la Figura 8.6, veiem com en aquest cas es tenen més factors amb efectes significatius, tot i que el factor que té més pes sobre la resposta és, també, la vigilància i el socorrisme (30 %), seguit del xiringuito (19 %), els para-sols i les gandules de lloguer (17 %) i el pendent per entrar a l'aigua (13 %). Amb menys importància relativa, també són significatius les dutxes, la vegetació i les activitats nàutiques, els tres factors amb un 7 %.

A la Figura 8.7, s'observa que les característiques que fan que els participants de l'estudi percebin les platges com a familiars són:

- Vigilància i socorrisme → Sí
- Xiringuito → Sí
- Para-sols i gandules de lloguer → Sí
- Pendent per entrar a l'aigua → Pla
- Dutxes → Sí
- Activitats nàutiques → Sí

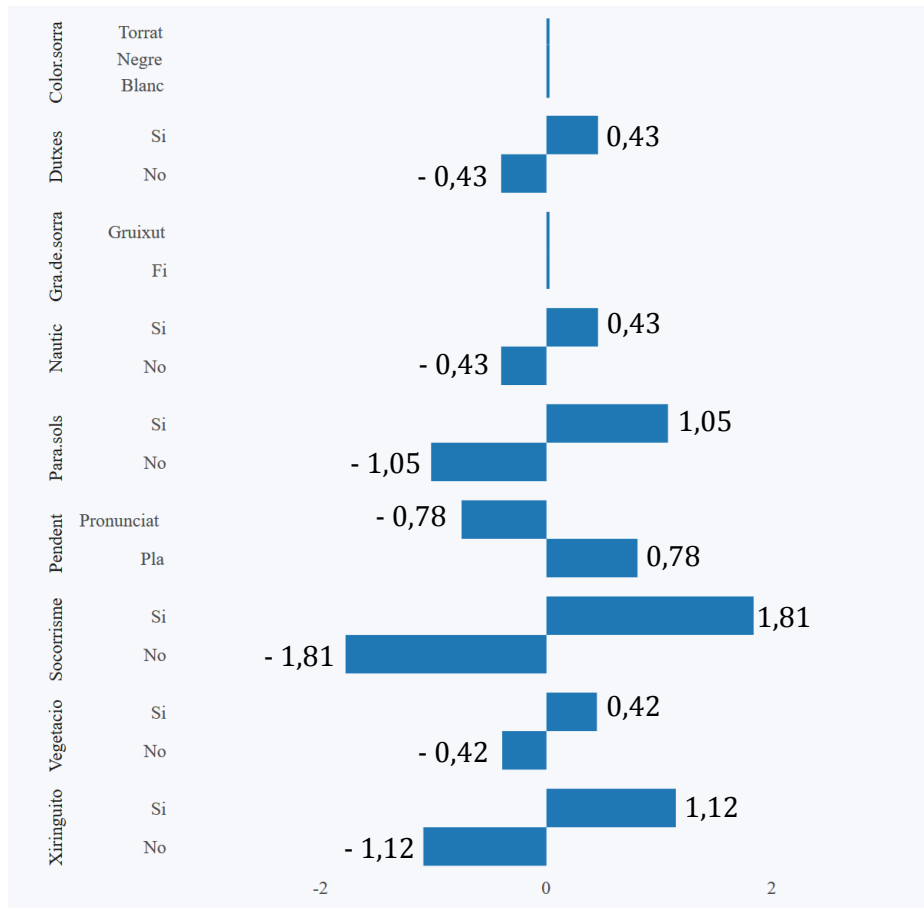


Figura 8.7. Resultats QT1 per la paraula Kansei Familiar

Seguim amb l'anàlisi sobre la paraula Kansei Accessible.

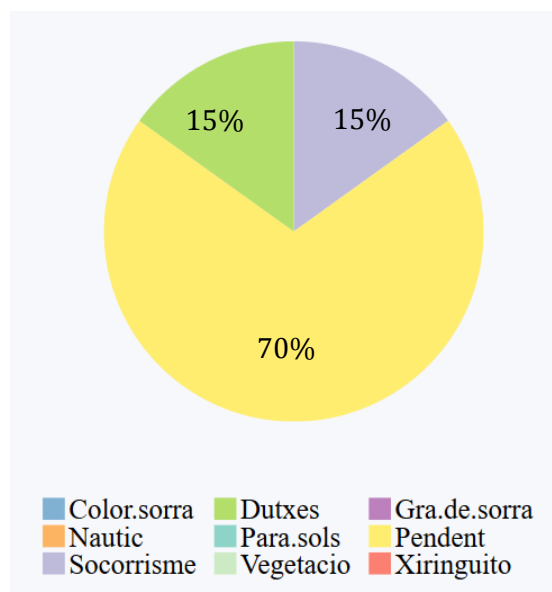


Figura 8.8. Importància relativa dels factors significatius per la paraula Kansei Accessible

A la Figura 8.8, s'observa com el pendent per entrar a l'aigua és un factor que té molt pes (70 %) en la percepció dels participants de l'estudi per la paraula Kansei accessible. Sembla que només hi ha dos factors més que tenen importància sobre la resposta, les dutxes i la vigilància i el socorrisme, ambdós amb un 15 %.

A la Figura 8.9, s'observa que les característiques que fan que els participants de l'estudi percebin les platges com a accessibles són:

- Pendent per entrar a l'aigua → Pla
- Vigilància i socorrisme → Sí
- Dutes → Sí

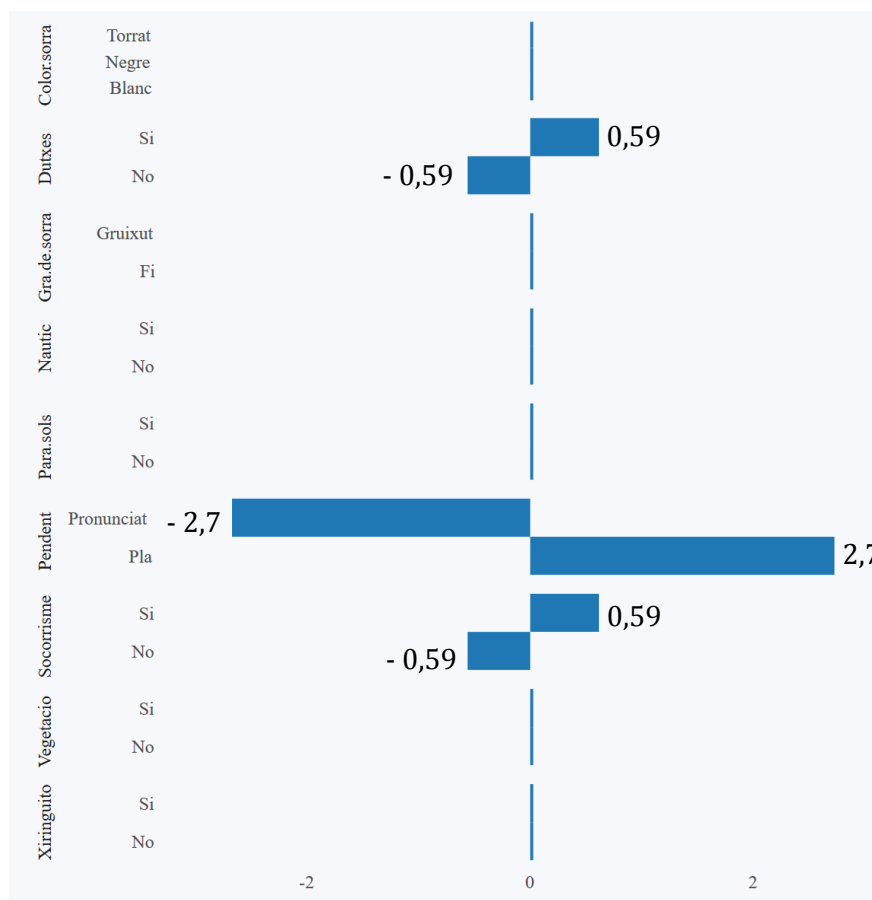


Figura 8.9. Resultats QT1 per la paraula Kansei Accessible

En últim lloc, analitzem els resultats per la paraula Kansei divertida.

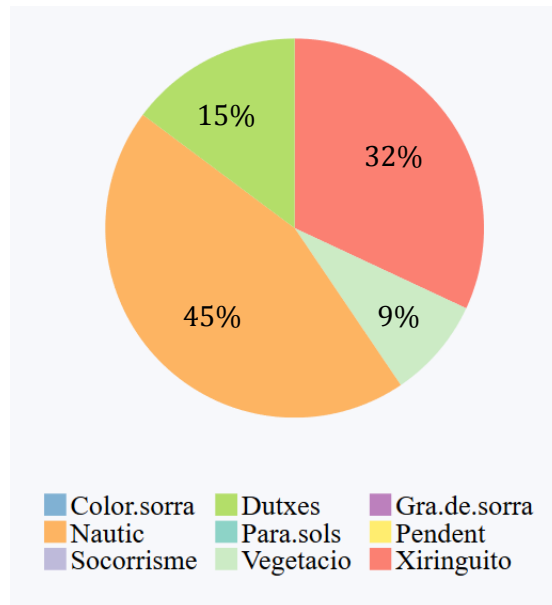


Figura 8.10. Importància relativa dels factors significatius per la paraula Kansei Divertida

Segons els participants de l'estudi, quatre factors són importants en quant a la diversió en una platja. El que ha pres més pes ha estat les activitats nàutiques (60 %), seguidament el xiringuito (32 %), després les dutxes (15 %) i, finalment, la vegetació (9 %).

A la Figura 8.11, s'observa que les característiques que fan que els participants de l'estudi percebin les platges com a divertides són:

- Activitats nàutiques → Sí
- Xiringuito → Sí
- Dutxes → Sí
- Vegetació → Sí

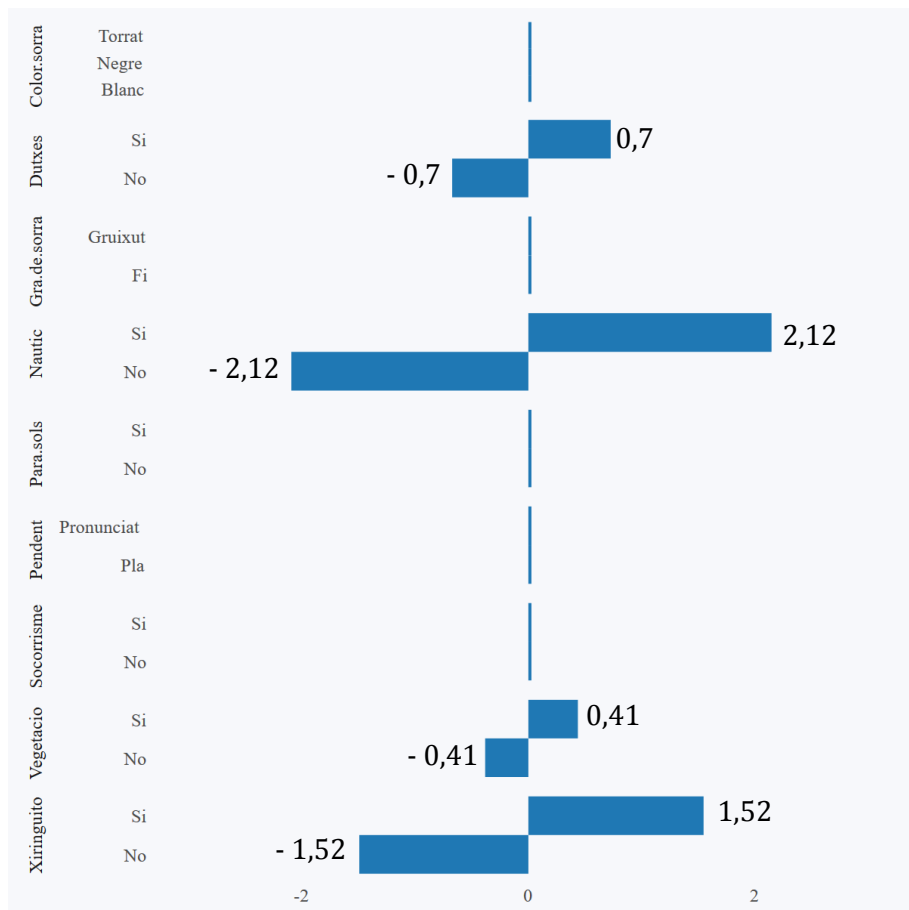


Figura 8.11. Resultats QT1 per la paraula Kansei Divertida

8.2. La platja ideal

Finalment, resumim en la següent taula resum els resultats de la fase de síntesi (Taula 8.2).

Taula 8.2. Taula resum de la fase de síntesi

		Segura	Familiar	Accessible	Divertida	GLOBAL
Color sorra	Torrat Negre Blanc					
Dutxes	Sí No					
Gra de sorra	Gruixut Fi					
Activitats nàutiques	Sí No					
Para-sols i gandules	Sí No					
Pendent	Pronunciat Pla					
Vigilància i socorrisme	Sí No					
Vegetació	Sí No					
Xiringuito	Sí No					

Els factors apareixen en horitzontal, i les respostes (les paraules kansei) en vertical. Els requadres ombrejats mostren el nivell de cada factor que fa que la paraula kansei es percebi en positiu (més segura, més familiar, més accessible, més divertida). La intensitat del color de l'ombregat marca la importància relativa d'aquest factor. Quan per un factor veiem moltes cel·les ombrejades (per exemple, pels factors pendent o socorrista), això vol dir que aquest factor afecta a moltes respostes. De la mateixa manera, una columna amb moltes cel·les ombrejades marca una resposta que es veu afectada per molts factors.

Hem determinat també de forma gràfica una columna GLOBAL, que pretén capturar quin nivell han de tenir els factors per tal de tenir la platja ideal. Mirant aquesta columna, veiem que:

- El color de la sorra i la mida del gra no afecten.
- El fet de tenir activitats nàutiques o no tenir-ne afecta de manera diferent per la paraula segura i les paraules familiar i divertida. Així, si es vol que la platja sigui familiar o divertida és millor que tingui activitats nàutiques, si es vol que sigui segura és millor que no en tingui.
- Com que la importància relativa de les activitats nàutiques és major per la paraula divertida que per la paraula segura, la platja ideal sí que presenta activitats nàutiques.

- La resta de factors tenen un nivell ideal coincident per totes les paraules: així, ens interessa una platja amb dutxes, amb activitats nàutiques, amb pendent pla per entrar a l'aigua, amb vigilància i socorrisme, amb vegetació i amb xiringuito.

9. Conclusions

En aquest apartat, s'extrauran les conclusions més rellevants obtingudes amb aquest treball, tant des del punt de vista metodològic com dels resultats.

9.1. Conclusions sobre la metodologia i els resultats

El principal objectiu de la realització d'aquest Treball de Final de Grau era aplicar l'Enginyeria Kansei en un estudi sobre la usabilitat i la percepció emocional de les platges. Donades les característiques de les platges, era previsible que caldrien molts factors per caracteritzar-les, i que, per tant, caldrien matrius de disseny per l'estudi molt grans. Un segon objectiu del projecte era, doncs, elaborar una metodologia que permeti reduir el nombre d'estímuls en un estudi d'Enginyeria Kansei, arribant igualment a conclusions correctes.

La idea de que es partia era que una matriu de disseny d'un determinat conjunt d'estímuls, no ha de tenir parells de factors amb graus de correlació gaire alts per a que aquesta funcioni bé alhora d'estimar els efectes principals. Alts graus de correlació provoquen confusions alhora d'estimar els efectes dels factors. Així, s'ha proposat utilitzar un índex de claredat per mesurar el grau d'idoneïtat d'un conjunt d'estímuls.

A partir de simular i estudiar el comportament de tots els subconjunts que podien resultar d'una matriu de disseny de 2 factors a 2 nivells i 1 factor a 3 nivells amb dades fictícies, s'ha conclòs que l'índex de claredat d'un subconjunt ha de tenir un valor superior al 80 %. Si s'aconsegueix reduir el conjunt complet d'estímuls a un subconjunt amb un índex de claredat per sobre del 80 %, aquest permetrà aconseguir resultats de l'estudi molt propers als que s'obtindrien amb el conjunt complet d'estímuls.

La metodologia proposada per reduir el nombre d'estímuls en un estudi d'Enginyeria Kansei, és la que hem utilitzat per escollir el conjunt d'estímuls en el nostre anàlisi sobre la usabilitat i la percepció emocional de platges. D'aquesta manera, s'ha aconseguit reduir el conjunt inicial de 768 prototips de platges, a un subconjunt de només 12 prototips, el qual té un índex de claredat del 80,09 %.

El que volíem descobrir amb el nostre estudi era quines són les característiques que ha de tenir una platja per transmetre la sensació de segura, familiar, accessible i divertida.

Com era d'esperar, per la sensació de segura, el més important és que la platja tingui vigilància i socorrisme. En segon lloc, interessa que el pendent per entrar a l'aigua sigui pla. I, també, tot i que amb menys importància, es percep que una platja on no hi ha activitats nàutiques és més segura.

També s'ha descobert, que hi ha una relació estreta entre les sensacions familiar i segura. Això és degut a que la sensació de familiar en una platja està molt lligada al fet de que hi hagi vigilància i socorrisme i de que el pendent per entrar a l'aigua sigui pla, tal com passa amb la sensació de segura. Tot i que, s'ha descobert que convé que les platges considerades familiars també tinguin serveis com el xiringuito, i com els para-sols i les gandules de lloguer. I, també, però amb menys importància, interessa que hi hagi dutxes, activitats nàutiques i vegetació. Per tot això, s'ha descobert que les platges percebudes com a familiars són les que tenen més serveis.

En quant a la sensació d'accessible, aquesta està fortament lligada amb que el pendent per entrar a l'aigua sigui pla. Per altra banda, també es relaciona que hi hagi dutxes i vigilància i socorrisme amb aquesta sensació però amb menys importància.

Finalment, s'ha descobert que la presència d'activitats nàutiques en una platja fa que aquesta sigui considerada divertida. També, hi ha una relació forta entre la presència de xiringuito i la sensació de divertida. Les dutxes i la vegetació també estan relacionades amb la mateixa sensació, però no es pot dir que el lligam sigui gaire fort.

En conclusió, els resultats obtinguts diuen que la platja ideal, en quant a aquestes quatre sensacions, és a dir, la platja més segura, familiar, accessible i divertida, és la que té dutxes, activitats nàutiques, pendent pla per entrar a l'aigua, vigilància i socorrisme, vegetació i xiringuito.

9.2. Possibles extensions

Finalment, en aquest apartat es vol comentar, dues altres formes per a portar a terme l'estudi que es van considerar, però que finalment, a causa del temps disponible, es van haver de descartar.

En futurs estudis, aquestes podrien ser opcions alhora de determinar els estímuls que els participants de l'estudi han de avaluar:

- Tractar de trobar un conjunt de platges reals que tinguin en compte els factors escollits i tinguin un índex de claredat superior al 80 %. Això és quelcom difícil d'aconseguir, però

seria molt interessant ja que es podria enquestar als usuaris presents en aquestes platges i llavors tindrien una percepció més real del que se'ls hi està demanant. L'inconvenient aquí seria que cada participant de l'estudi, només avaluarà una determinada platja per totes les paraules Kansei.

- Crear els mateixos prototips de platges, utilitzats en el present anàlisi, amb un programa de disseny gràfic per tal que els participants de l'estudi tinguin davant l'aparença d'una platja i no se l'hagin d'imaginar.

Bibliografia

- Fox, J. (2008). *Applied regression analysis and generalized linear models* (2nd edition). SAGE Publications, Inc.
- Grimsaeth, K., Gangwar, M., Baggerud, B., & Narain, R. (2010). Kansei Engineering Based Emotional Product Design: An Illustration by a Battery Drill Case-Study. *Kansei Engineering International Journal*, 9(2), 67-79. <https://doi.org/10.5057/kei.9.67>
- Hayashi, C. (1951). On the prediction of phenomena from qualitative data and the quantification of qualitative data from the mathematico-statistical point of view. *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, 3(2), 69-98. <https://doi.org/10.1007/BF02949778>
- Knapp, T. R. (1990). *Treating Ordinal Scales as Interval Scales: An Attempt To Resolve the Controversy*.
- Marco-Almagro, L., & Tort-Martorell, X. (2012). *Statistical Methods in Kansei Engineering: a Case of Statistical Engineering* (Tesis Doctoral). Universitat Politècnica de Catalunya.
- Marco-Almagro, L., Tort-Martorell, X., & Schütte, S. (2016). *A Discussion on the Selection of Prototypes for Kansei Engineering Studies*. Presentat a KEER2016 International Conference on Kansei Engineering and Emotion Research, University of Leeds, 31 Agost – 2 Setembre, 2016.
- Marco-Almagro, L., Tort-Martorell, X., & Subirats, I. (2007). Methods for Linking the Semantic Space and the Space of Properties in Kansei Engineering: a Comparison. *First Conference on Affective Design and Kansei Engineering*. Presentat a Linköping University, 18-20 Juny, 2007. Linköping University, 18-20 Juny, 2007.
- Mir-Gual, M., Pons, G. X., Martín-Prieto, J. A., & Rodríguez-Perea, A. (2015). A critical view of the Blue Flag beaches in Spain using environmental variables. *Ocean & Coastal Management*, 105, 106-115. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.01.003>

- Osgood, C. E., Suci, G. J., & Tannenbaum, P. H. (1967). *The Measurement of Meaning*. University of Illinois Press.
- Roca, E., Riera, C., Villares, M., & Fragell, R. (2008). *A combined assessment of beach occupancy and public perceptions of beach quality: A case study in the Costa Brava, Spain* (p. 839-846).
- Roca, E., & Villares, M. (2008). Public perceptions for evaluating beach quality in urban and semi-natural environments. *Ocean & Coastal Management*, 51(4), 314-329. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2007.09.001>
- Schütte, S. (2005). *Engineering Emotional Values in Product Design : Kansei Engineering in Development*. Linköping University.
- Sullivan, G. M., & Artino, A. R. (2013). Analyzing and Interpreting Data From Likert-Type Scales. *Journal of Graduate Medical Education*, 5(4), 541-542. <https://doi.org/10.4300/JGME-5-4-18>
- Sweeney, R. E., & Ulveling, E. F. (1972). A Transformation for Simplifying the Interpretation of Coefficients of Binary Variables in Regression Analysis. *The American Statistician*, 26(5), 30-32. <https://doi.org/10.1080/00031305.1972.10478949>
- Vaz, B., & Williams, A. T. (2009). The importance of user's perception for beach management. *Journal of Coastal Research*, (56).