



Interfície d'usuari d'un hivernacle domotitzat

Miquel Peyret Seró
2n Cicle d'Enginyeria en Informàtica

Patricia Santos Rodríguez

Data Lliurament: 11 de Gener de 2013



Copyright © 2012 Miquel Peyret Seró

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts.

A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".

FITXA DEL TREBALL FINAL

Títol del treball:	Interfície d'usuari d'un hivernacle domotitzat
Nom de l'autor:	Miquel Peyret Seró
Nom del consultor:	Patricia Santos Rodríguez
Data de lliurament (mm/aaaa):	01/2013
Àrea del Treball Final:	Interacció persona ordinador
Titulació:	2n cicle d'Eng. Informàtica

Resum del Treball (màxim 250 paraules):

El treball final de carrera està pensat com un exercici de síntesi dels coneixements adquirits de gran part de totes les assignatures de la carrera i que requereix posar-los en pràctica conjuntament en un projecte, en aquest cas el desenvolupament del interfície d'usuari d'un hivernacle domotitzat. L'orientació del TFC sempre té una aplicació pràctica i vinculat a l'exercici professional de la informàtica.

En el món professional de la informàtica hi ha quatre punts molt importants que cal ficar en practica per desenvolupar amb èxit un projecte informàtic, la bona gestió del projecte, un bon disseny, el desenvolupament del programari i l'avaluació de tot el projecte. Tot això seguint metodologies i pautes de qualitat per tenir finalment un producte amb la màxima fiabilitat, seguretat i eficiència.

Per desenvolupar tota la planificació i disseny del interfície, s'utilitzen coneixements adquirits en diverses assignatures en la gestió, organització, disseny i gestió del temps en projectes informàtics, juntament amb la redacció de documentació necessària vinculada a tot el projecte.

En el cas de la construcció de l'aplicació s'utilitzen els coneixements adquirits en metodologia i tècniques de desenvolupament d'aplicacions apreses en assignatures com Interacció persona ordinador, Enginyeria del programari, Fonaments de Programació, Tècniques de desenvolupament de programari, etc.

La realització correcta d'aquest treball final demostrarà que s'han assimilats i aplicats amb èxit tots els coneixements i habilitats adquirides de totes les assignatures de la carrera en menor o major grau.

Abstract (in English, 250 words or less):

Final degree project is a summary exercise to practice all the knowledge that we gain during our studies. In this case: domotic greenhouse user interface development.

Final degree project has always practical application and is linked to the professional computing practice.

There are four important things to take in consideration to develop successfully a software project in the professional computing world:

- 1.- Great project management
- 2.- Good design
- 3.- Software development
- 4.- Final project's evaluation

The aim is to have a reliable, secure and efficient product via methodologies and quality guidelines.

Key elements to develop, plan and design the interface are knowledge learned in different subjects during the degree about general management, organization, design and IT time management, together with writing documentation regarding the project.

Knowledge learned in methodology and development application techniques in subjects as Human Computer Interaction, Software Engineering, Fundamentals Programming, Software Development Techniques.... are used to build up the application.

A successful final degree project will prove knowledge and skills learned from different subjects in a high or low level.

Paraules clau (entre 4 i 8):

TFC, projecte, informàtica, interacció, ordinador, metodologia, hivernacle, domotització

Índex

1. Introducció.....	1
1.1 Context i justificació del Treball	1
1.2 Objectius del Treball.....	1
1.3 Enfocament i mètode seguit.....	2
1.4 Planificació del projecte.....	3
1.5 Breu resum de productes obtinguts.....	4
1.6 Breu descripció dels altres capítols de la memòria	5
2. Estat de l'Art.....	7
2.1 Coneixement del mercat.....	7
2.2 Smart Growth	8
2.3 Sistemes semblants	9
2.4 Investigació context d'ús	14
2.5 Anàlisi previ.....	19
3. Anàlisi de requeriments.....	21
3.1 Investigació i requisits	21
3.1.1 Observació contextual.....	22
3.1.2 Definició i descripció del hivernacle.....	23
3.1.3 Factors climàtics.....	23
3.1.3.1 Temperatura.....	23
3.1.3.2 Humitat relativa	24
3.1.3.3 Il·luminació	24
3.1.3.4 Nivell CO ₂	25
3.1.4 Rutines i tasques diàries	25
3.1.4.1 Reg.....	26
3.1.4.2 Control temperatura i humitat.....	26
3.1.4.4 Mostreig de plantes	27
3.1.4.5 Altres tasques.....	27
3.1.5 Equipaments	27
3.1.5.1 Sistemes de ventilació natural o passiu.....	27
3.1.5.2 Malles anti-insectes.....	28
3.1.5.3 Passadissos formigonats.....	28
3.1.5.4 Recollida d'aigua pluvial.....	28
3.1.5.5 Mecanisme de doble porta	28
3.1.5.6 Sistema de humificació.....	28
3.1.5.7 Sistema de calefacció.....	29
3.1.5.8 Sistema d'ombra o pantalla tèrmica	29
3.1.5.9 Sistemes de ventilació mecànica.....	29
3.1.5.10 Sistemes de fertilització carbònica CO ₂	30
3.1.5.11 Sistemes de reg.....	30
3.1.6 Usuaris	31
3.1.7 Classificació requeriments.....	32
3.1.8 Resum de la investigació i requisits.....	32
3.2 Disseny conceptual	33
3.2.1 Perfils d'usuaris	33
3.2.2 Persones o personatges.....	34

4. Disseny del prototip	36
4.1 Card Sorting	36
4.1.1 Metodologia	36
4.1.2 Disseny targetes	37
4.1.3 Preparació proves ordenació	37
4.1.4 Anàlisis ordenacions	38
4.1.5 Gràfic dendrograma	40
4.1.6 Gràfic Items x Groups	41
4.1.7 Arbre de continguts	42
4.1.8 Proposta de nomenclatura	42
4.2 Disseny d'escenaris	43
4.3 Disseny fluxos d'interacció	45
4.3.1 Diagrama de flux – Login	46
4.3.2 Diagrama de flux – Usuari registrat	46
4.3.3 Diagrama de flux – Gestió usuari	47
4.3.4 Diagrama de flux – Gestió sensors	48
4.3.5 Diagrama de flux – Planificació	48
4.4 Prototip interfície	49
4.4.1 Proposta prototip	50
4.4.2 Pàgines de la interfície	52
4.4.2.1 Pàgina principal	53
4.4.2.2 Pàgina estat hivernacle	54
4.4.2.3 Pàgina alertes	55
4.4.2.4 Pàgina equipaments	56
4.4.2.5 Pàgina dades climàtiques	57
4.4.2.6 Pàgina configuració usuaris	58
4.4.2.7 Pàgina configuració sensors	60
4.4.2.8 Pàgina configuració diari de sistema	61
4.4.2.9 Pàgina configuració planificació	62
4.4.2.10 Pàgina tutorial	63
5. Avaluació d'usabilitat	65
5.1 Planificació avaluació	65
5.2 Selecció de tasques	66
5.3 Informe resultat avaluació	67
5.4 Premisses de l'avaluació	69
5.5 Resultat de l'avaluació	69
5.6 Anàlisis de resultats	69
6. Disseny final	72
6.1 Suggestiments	72
6.1.1 Canvi disseny pàgina estat del hivernacle	72
6.1.2 Afegir finestres emergents pàgina estat del hivernacle	73
7. Conclusions	78
8. Glossari	80
9. Bibliografia	85
10. Annex	87
10.1 Informe observacions avaluació	87

Llista de figures

Figura 1 – Disseny centrat en l'usuari.....	2
Figura 2 – Planificació	3
Figura 3 - Diagrama de Gantt.....	4
Figura 4 - Taula planificació fites	4
Figura 5 – Programador sistema de reg	10
Figura 6 – Interfície d'usuari programa IVIA.....	11
Figura 7 – Interfície d'usuari amb imatge de càmera web	12
Figura 8 – Interfície del programa GreenManager.....	13
Figura 9 – Interfície del programa Green Web Manager	14
Figura 10 – Hivernacle pla o tipus parral	15
Figura 11 – Hivernacle en raspa i amagat.....	16
Figura 12 – Hivernacle asimètric o inacral	16
Figura 13 – Hivernacle de doble capa	17
Figura 14 – Hivernacle de túnel o semicilíndric.....	17
Figura 15 – Hivernacle de vidre o tipus venlo.....	18
Figura 16 – Disseny targetes.....	37
Figura 17 – Prova ordenació targetes.....	39
Figura 18 – Dendrograma resultants.....	41
Figura 19 – Items x Groups resultants	41
Figura 20 – Arbre de continguts amb nomenclatura i capçaleres de grup.....	43
Figura 21 – Diagrama de flux - Login.....	46
Figura 22 – Diagrama de flux – Usuari registrat.....	47
Figura 23 – Diagrama de flux – Gestió usuaris	47
Figura 24 – Diagrama de flux – Gestió sensors	48
Figura 25 – Diagrama de flux – Planificació.....	49
Figura 26 – Estructura de la interfície	51
Figura 27 – Pàgina inicial	53
Figura 28 – Pàgina principal	54
Figura 29 – Pàgina estat hivernacle	55
Figura 30 – Pàgina alertes	56
Figura 31 – Pàgina equipaments	57
Figura 32 – Pàgina dades climàtiques	58
Figura 33 – Pàgina configuració usuaris	59
Figura 34 – Pàgina configuració usuaris alta d'un usuari	59
Figura 35 – Pàgina configuració usuaris baixa d'un usuari	59
Figura 36 – Pàgina configuració usuaris modificació d'un usuari.....	60
Figura 37 – Pàgina configuració sensors	60
Figura 38 – Pàgina configuració sensors alta d'un sensor	61
Figura 39 – Pàgina configuració sensors baixa d'un sensor.....	61
Figura 40 – Pàgina configuració sensors modificació d'un sensor.....	61
Figura 41 – Pàgina configuració diari del sistema.....	62
Figura 42 – Pàgina configuració planificació.....	63
Figura 43 – Pàgina tutorial	64
Taula 44 – Formulari observacions interacció usuari / interfície.....	68
Taula 45 – Formulari opinió usuari	69
Figura 46 – Pàgina estat hivernacle	73
Figura 47 – Finestra emergent sistema de reg.....	74
Figura 48 – Finestra emergent sistema humificació	74
Figura 49 – Finestra emergent sistema de calefacció	75
Figura 50 – Finestra emergent sistema pantalla tèrmica.....	75

Figura 51 – Finestra emergent sistema ventilació natural	75
Figura 52 – Finestra emergent sistema ventilació mecànica	76
Figura 53 – Finestra emergent sistema il·luminació	76
Figura 54 – Finestra emergent sistema fertilització CO ₂	77
Figura 55 – Formulari observacions operari	87
Figura 56 – Formulari observacions tècnic de l'exploració	88
Figura 57 – Formulari observacions propietari	89

1. Introducció

1.1 Context i justificació del Treball

En els últims anys, els diferents sectors empresarials i al sector públic s'estan veient afectats en major o menor mesura, per l'espectacular creixement de la consulta i gestió d'una manera immediata i eficient d'un gran volum de informació associada a les seves activitats i del seu entorn. Disposar d'aquesta informació requereix disposar d'una xarxa de sensors, sensors sense fil i dispositius de comunicació que permetin disposar de informació en temps real i diferit. Aquestes solucions tecnològiques ja s'estan implantant en el sector de les Smart Cities i Smart Spaces.

Un dels sectors empresarials on hi ha interès d'implantar noves tecnologies productives mitjançant solucions tecnològiques, és el sector agrícola d'alt rendiment. Aquest sector s'ha especialitzat en el cultiu de verdures, hortalisses, fruites, etc. durant tot l'any mitjançant la utilització de hivernacles. En aquest sentit, en un hivernacle hi ha mecanismes que es poden realitzar d'una forma automatitzada i en canvi s'estan realitzant d'una manera manual.

El principal problema del sector agrícola d'alt rendiment es el canvi estructural de les explotacions a un model més industrialitzat. Aquest nou model implica un augment de competitivitat, una millor programació i planificació empresarial de l'explotació.

Per aquest motiu, l'objectiu d'aquest projecte és proposar, dissenyar i desenvolupar un interfície d'usuari que permeti accedir en temps real a l'estat i la gestió d'un hivernacle. Mitjançant aquesta interfície més la xarxa de sensors específics (sensors de temperatura, humitat, il·luminació, etc) i dispositius de comunicació implantats a l'espai del hivernacle es permetrà als usuaris realitzar una gestió eficient.

La implantació de totes aquestes prestacions han de permetre un estalvi de temps en la gestió, un augment de competitivitat, disminució del consum energètic, disminució de costos i un increment de productivitat.

1.2 Objectius del Treball

L'objectiu del present projecte es el disseny i implementació del interfície d'usuari vinculat a un hivernacle domotitzat que mitjançant la utilització de qualsevol dispositiu connectat a la xarxa, l'usuari sigui capaç de rebre informació en temps real i permetre realitzar comandes per modificar les condicions del hivernacle.

Aquest interfície a de permetre als diferents usuaris vinculats al projecte assolir un conjunt d'objectius d'àmbit particular i d'àmbit empresarial. Els principals objectius son:

- Augmentar la satisfacció dels usuaris

- Augmentar la productivitat i l'eficiència dels usuaris
- Increment de l'adopció i l'ús del servei implantat
- Reduir els costos de suport i formació
- Reduir el temps i els costos de gestió

1.3 Enfocament i mètode seguit

Tal com s'ha comentat en el punt anterior, la interfície ha de permetre satisfer totes les necessitats de tots els usuaris específics que utilitzaran la interfície. Per tot això la millor metodologia és aplicar el Disseny Centrat en l'Usuari (DCU) que ens permet una aproximació al disseny del producte i que situa l'usuari en el centre de tot el procés.

El projecte ha estat segmentat en diferents etapes on hi ha un processos interactius i cíclics on les decisions de disseny s'avaluen amb els usuaris respecte el prototip abans de ser implementat. Aquestes etapes permeten:

- Identificar quins usuaris, propòsits i contextos s'utilitzarà la interfície
- Determinar els objectius que cal satisfer
- Realitzar una proposta de disseny, generar documentació i obtenir un prototip
- Obtenir una avaluació de la proposta de disseny, un anàlisi de l'avaluació per detectar millores i errors, i si cal, realitzar una reformulació del disseny

La Figura 1 mostra d'una manera gràfica les diferents etapes del disseny centrat en l'usuari.

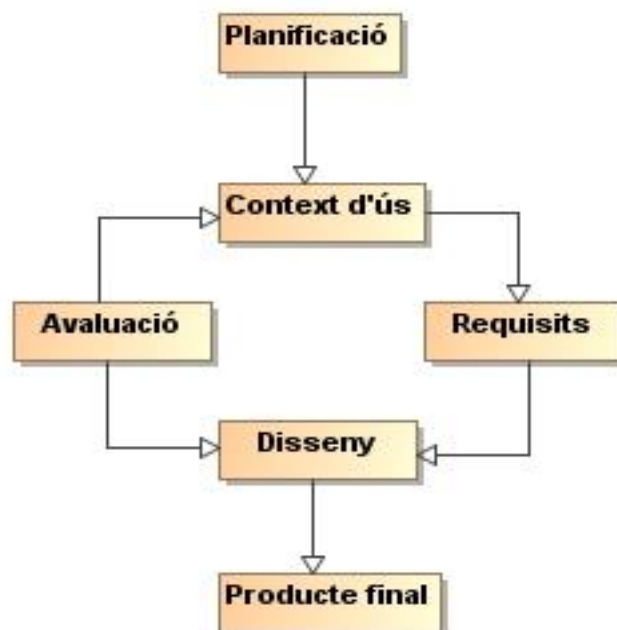


Figura 1 – Disseny centrat en l'usuari

1.4 Planificació del projecte

Per gestionar el projecte de manera eficient cal una planificació de les diferents tasques que s'aniran fent al llarg del projecte. La planificació ha de tenir una visió clara del projecte per poder anticipar possibles problemes que poden sorgir al llarg de tot el procés.

D'acord amb les especificacions demanades, el calendari del projecte fa una separació del treball total que cal fer en fases, divideix cada fase en tasques/activitats, indica les dependències entre les tasques/activitats diferents i fa una estimació del temps que requereix cada tasca per a completar-la.

















		Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
1		[-] Pla de Treball	28 días?	sáb 22/09/12	vie 19/10/12	
2		Pla de Treball	28 días?	sáb 22/09/12	vie 19/10/12	
3		[-] Estat del Art	9 días?	sáb 20/10/12	dom 28/10/12	
4		Context d'ús	4 días?	sáb 20/10/12	mar 23/10/12	2
5		Anàlisis previ	5 días?	mié 24/10/12	dom 28/10/12	4
6		[-] Disseny	27 días?	lun 29/10/12	dom 25/11/12	
7		Objectius	3 días?	lun 29/10/12	mié 31/10/12	5
8		Casos d'ús	3 días?	jue 01/11/12	dom 04/11/12	7
9		Diagrames	7 días?	lun 05/11/12	dom 11/11/12	8
10		Presentació prototipus	14 días?	lun 12/11/12	dom 25/11/12	9
11		[-] Avaluació	14 días?	lun 26/11/12	dom 09/12/12	
12		Objectius i detall de la prova	7 días?	lun 26/11/12	dom 02/12/12	10
13		Anàlisi i resultat	7 días?	lun 03/12/12	dom 09/12/12	12
14		[-] Disseny final	13 días?	lun 10/12/12	sáb 22/12/12	
15		Disseny final	13 días?	lun 10/12/12	sáb 22/12/12	13
16		[-] Conclusions	4 días?	dom 23/12/12	mié 26/12/12	
17		Conclusions	4 días?	dom 23/12/12	mié 26/12/12	15
18		[-] Memòria i presentació virtual	110 días?	sáb 22/09/12	jue 10/01/13	
19		Documentació Memòria	104 días?	sáb 22/09/12	vie 04/01/13	
20		Presentació virtual	10 días?	mié 26/12/12	vie 04/01/13	
21		Revisió documentació	6 días?	sáb 05/01/13	jue 10/01/13	20;19
22		Lliurament	1 día?	vie 11/01/13	vie 11/01/13	18;1;3;6;11;14;16

Figura 2 – Planificació

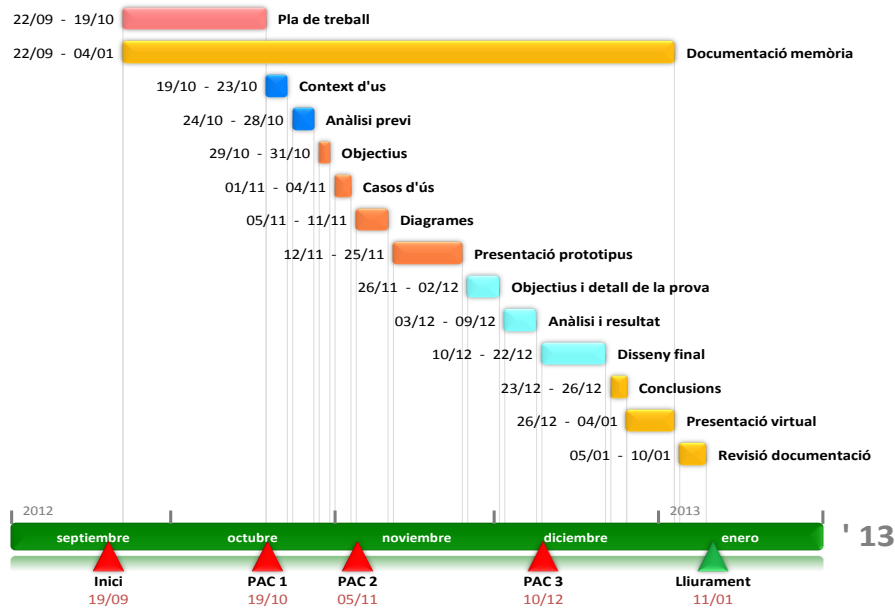


Figura 3 - Diagrama de Gantt

En resum les tasques principals del projecte i les fites associades a les PAC queden resumides en la següent taula:

Fita	Tasca	Data inici planificació	Data fi planificació	Data entrega
PAC 1	Inici del projecte	19/09/2012		19/10/2012
	Pla de treball	22/09/2012	19/10/2012	
PAC 2	Estat de l'Art	19/10/2012	28/10/2012	05/11/2012
	Disseny – Objectius i Casos d'ús	29/10/2012	04/11/2012	
PAC 3	Disseny – Diagrames i Presentació prototipus	11/11/2012	25/11/2012	10/12/2012
	Avaluació	26/11/2012	09/12/2012	
	Disseny final	10/12/2012	22/12/2012	22/12/2012
	Conclusions	23/12/2012	26/12/2012	26/12/2012
	Memòria i Presentació final	22/09/2012	10/01/2013	10/01/2013
	Lliurament	11/01/2013	11/01/2013	11/01/2013

Figura 4 - Taula planificació fites

1.5 Breu resum de productes obtinguts

Com s'ha indicat anteriorment, l'objectiu principal del projecte és obtenir una interfície d'usuari que permet accedir a tota la informació i gestió del hivernacle domotitzat utilitzant com a metodologia, el disseny centrat en l'usuari. Per aquest motiu durant tot el procés de desenvolupament s'obtidran els següents productes:

- Avaluació de sistemes semblants
- Avaluació del context d'ús
- Avaluació del mercat potencial d'implementació
- Avaluació previ d'abast del projecte
- Document d'especificació
- Estudi dels escenaris
- Diagrames de fluxos d'interacció
- Diagrames de casos d'ús
- Prototip de la interfície
- Document descriptiu de les proves d'avaluació
- Document de resultat de les proves d'avaluació
- Anàlisi detallat de les proves d'avaluació
- Document de conclusions

1.6 Breu descripció dels altres capítols de la memòria

Els altres capítols de la memòria estan estructurats amb el següent ordre:

- Capítol 2: Estat del Art
El capítol inclourà un conjunt de subapartats que inclouen la investigació de sistemes semblants i el context vinculat al projecte, un estudi del mercat potencial d'implementació del projecte i un anàlisi previ d'abast del benchmarking.
- Capítol 3: Disseny
En aquest capítol hi ha el detall de la fase de disseny de la interfície. Primer cal fer el disseny conceptual realitzant els perfils d'usuaris, persones i escenaris. Un cop obtinguda tota aquesta informació es realitzaran les activitats de disseny pròpiament
- Capítol 4: Avaluació d'usabilitat
Un cop dissenyat i desenvolupat el prototip ens cal realitzar un conjunt de proves d'avaluació amb els usuaris del context estudiat. S'inclourà una descripció de totes les proves d'avaluació realitzades, el detall de tots els resultats obtinguts i l'anàlisi del detall de les proves.
- Capítol 5: Disseny final
Tal com indica el títol, aquest capítol inclou el detall del disseny final de la interfície d'usuari.
- Capítol 6: Treball futur i conclusions

Aquest capítol inclourà tots les conclusions finals del projecte, descrivint tot el desenvolupament del projecte detallat als capítols anteriors.

2. Estat de l'Art

Un dels aspectes importants en el desenvolupament d'aquest projecte, és disposar d'una visió global de la situació actual del mercat a qui va dirigit tot el projecte. Per aquest motiu aquesta secció esta dividida en quatre temàtiques.

La primera temàtica, el coneixement del mercat, ens detallarà quina es la evolució del mercat, la situació actual i les conclusions que podem treure referents al projecte.

En segon lloc, la temàtica de sistemes semblants, es realitzarà una petita descripció dels diferents sistemes de hivernacles domotitzats i les possibles interfícies d'usuaris que hi ha al mercat i que son semblats al projecte.

En la següent temàtica, investigació context d'ús, tal com descriu el nom de la temàtica, és descriurà en quin context d'ús es pot aplicar la interfície.

L'última temàtica, anàlisi previ, és realitzarà un petit anàlisi descriptiu de la visió general de les necessitats de la interfície.

2.1 Coneixement del mercat

Dintre de l'àmbit europeu, actualment l'àrea mediterrània és on hi ha una més gran concentració de hivernacles del mon. Aproximadament al mon hi ha unes 450.000 ha dedicades a la producció agrícola mitjançant hivernacles, on l'àrea mediterrània és la segona al ranking mundial en importància, darrera de l'àrea asiàtica segons les dades obtingudes a l'article publicat al col·lecció Mediterráneo Económico "La agricultura mediterránea en el siglo XXI" editada per la Caja Rural Intermediterránea, Cajamar (www.cajamares).

En el cas d'Espanya, aproximadament la superfície total de hivernacles és de 78.000 ha segons dades estadístiques anuals del 2007 facilitades per el Ministeri de Agricultura, Pesca i Alimentació (www.magrama.gob.es), amb una estimació de creixement molt important de la producció i amb un augment dels avenços tecnològics aplicats als hivernacles.

La distribució de les superfícies de hivernacles a Espanya presenta una gran concentració al sud-est peninsular, amb una gran concentració a les comunitats d'Andalusia i Murcia. Un exemple molt clar d'alta concentració, és la província d'Almeria on hi ha més del 52% de la superfície de hivernacles d'Espanya.

Gran part de la superfície de hivernacles, es dedica principalment al cultiu de hortalisses, on destaquen el cultiu de la tomata, pebrots, meló, ceba, mongeta, síndria, albergínia, carabassó i cogombre. Juntament amb la horticultura també hi ha una altra activitat que també utilitza el cultiu intensiu en hivernacles com és la producció de flors i plantes ornamentals, on destaquen la producció de clavells, roses i altres plantes.

Al voltant dels finals dels any 60 i començament dels 70, va aparèixer la pel·lícula de polietilè de gran qualitat que va ser el naixement del hivernacle

en l'àrea mediterrània peninsular, després aquest primer impuls es va produir una ralentització de seva evolució.

Avui en dia en l'àmbit mediterrani hi ha dos tipus de sistemes productius molt diferenciats, un amb constitució familiar, hivernacles molt simples amb escassetat o absència d'equipaments. El segon, que és inferior en percentatge a l'anterior sistema, amb sentit empresarial, on disposa de hivernacles industrials amb força equipaments.

En conjunt, analitzant les dades de l'estudi és pot observar que el mercat a qui va dirigit el projecte és molt gran i la utilització de les noves tecnologies és baixa. També podem observar que un bon disseny de la interfície a de permetre poder utilitzar-se en qualsevol hivernacle amb independència de la seva forma o estructura i del tipus de cultiu. No tots els cultius tenen les mateixes característiques tècniques.

2.2 Smart Growth

Durant aquests últims anys a sorgit amb força el concepte denominat Smart Growth. El creixement intel·ligent (Smart Growth) és una teoria de planificació urbana i de transport desenvolupada als anys 90, que permet gestionar el creixement de centres urbans d'una manera compacta i eficient per evitar la dispersió. Això incentiva l'ús de sol d'alta densitat amb transport públic i la gestió de vies adequades. Totes aquestes premisses estan molt lligats amb el concepte de ciutat compacta (Compact City). Un exemple d'aplicació aquest nou concepte son els diversos projectes en desenvolupament de l'Agència Mediambiental dels Estats Units (EPA - www.epa.gov/smartgrowth)

Alguna de les seves metes es aconseguir en el nou àmbit urbà un sentiment de comunitat i de lloc habitable, augmentar les oportunitats de transport, treball i vivenda amb una disminució de costos i recursos naturals.

Aquest concepte, que es pot aplicar en diferents àmbits, també s'està aplicant a l'àmbit agrícola, per obtenir un sistema que millora de la gestió i l'experiència d'ús dels cultius agrícoles.

Si observem la situació actual, l'antiga línia que separa l'àmbit urbà i rural casi a desaparègut, on cada vegada hi ha més influència de les tendències urbanes. Si una comunitat vol créixer d'una manera intel·ligent, cal implantar estratègies de enfortiment de la seva economia local, protegir els seus recursos naturals i preservar els seus espais de cultiu d'àmbit local. Una bona planificació implica una reducció de les necessitats de recursos naturals, augmentar els valors de propietat, augmentar els beneficis al medi ambient, augmentar el sentiment de comunitat i assegurar la distribució d'aliments frescos d'àmbit local.

La Comissió Europea també basant-se en el creixement intel·ligent esta marcant un conjunt de directrius d'implantació a l'any 2020 per obtenir productes agrícoles d'una forma viable. Això implica produir a menor cost mes aliments, pinsos i biocombustibles de qualitat a preus raonables. La correcta gestió dels diferents recursos naturals i l'acció climàtica, amb un possible canvi climàtic de diferents zones de Comunitat Europea, han de

permetre un protecció de la terra, del aigua, de la biodiversitat, etc. i una disminució de l'emissió de gasos d'efecte hivernacle.

En relació amb l'aspecte més tècnic, el concepte Smart Growth esta dividit en tres grans blocs, monitorització, recol·lecció i interacció.

La monitorització esta basat en una xarxa de sensors que gestionen tres paràmetres basics de qualsevol explotació agrícola, el clima, la planta i el sol. Les dades de humitat del sol, la humitat ambiental, la temperatura, el diàmetre o calibre del fruit son dades molt importants per optimitza recursos i la bona gestió de la producció.

D'altra banda, el fet de tenir distribuïts de forma homogènia els diferents sensors no te cap utilitat sense cap tecnologia encarregada de la recol·lecció de tota la informació que generen. Això implica disposar d'una plataforma on tota la informació es pot accedir des de qualsevol punt.

La interacció consisteix en disposar d'una plataforma web on l'agricultor realitzarà les accions que calgui per convertir la seva explotació en un negoci òptim i sostenible. Mitjançant aquesta eina l'agricultor pot prendre decisions de control reg per zones, control de fertilitzants, fungicides, etc.

Un exemple d'aplicació del concepte de creixement intel·ligent (Smart Growth) és la empresa catalana Modpov (www.modpov.es) ubicada en el sector de les noves tecnologies aplicades a la gestió de recursos naturals on per millora la producció utilitzen sensors sense fil i software de control web.

2.3 Sistemes semblants

Durant l'estudi del mercat detallat anteriorment, sorgeix el concepte denominat popularment com hivernacle intel·ligent. Aquest concepte correspon a un lloc preparat artificialment per cultivar plantes, hortalisses o fruites fora del seu ambient i clima natural on s'ha apliquen coneixements propis de l'agricultura, domòtica, meteorologia i enginyeria. Tots aquests conceptes aplicats al mon dels hivernacles és relativament nou i esta poc implantat.

Al mercat trobem un gran nombre d'explotacions on no hi ha cap equipament tecnològic o és escàs, on gran part de la feina de control es de manera manual. Aquesta situació be produïda per ser relativament car, i en el cas d'implantar-se i segons l'explotació, hi ha la necessitat d'adquirir nous equipaments.

D'una altra banda, els hivernacles que disposen d'equipaments tecnològics, el mecanismes de monitorització son diversos i diferents.

En primer lloc, hi ha equipaments que disposen d'un mòdul o armari adjunt al hivernacle, que integra un teclat simple de poques tecles i un display. Mitjançant la visualització d'icones o llistes d'opcions, l'usuari pot consulta la informació de l'estat actual del hivernacle. Si el mòdul ho permet també pot disposar de opcions per realitzar accions correctores dels paràmetres ambientals del hivernacle mitjançant la motorització dels diferents

equipaments. Un exemple d'aquest tipus d'equipaments és el proposat per l'empresa Regaber (www.regaber.com) o l'empresa Netafim (www.netafim.com) on mitjançant el sistema d'automatització recull les dades en temps real facilitades per els sensors de humitat del terra, tensiòmetres, sensors de temperatura, etc., enregistrant les temperatures mínimes i màximes. Amb tota aquesta informació s'aplicarà una millor gestió en el sistema reg. La figura 5 és un exemple del mòdul encarregat de l'automatització del sistema de reg, format per un display i quatre tecles que permeten navegar per les diferents menús i opcions del programador.



Figura 5 – Programador sistema de reg

En segon lloc, hi ha sistemes més evolucionats on mitjançant càmeres i sensors que ajuden a observar les condicions d'operativitat del hivernacle i en cas d'una situació de risc, disposen d'un sistema d'alertes via correu electrònic, SMS o trucada telefònica. Mitjançant el software pertinent l'usuari s'encarregarà d'activar els diferents automatismes per poder corregir les condicions del hivernacle. Per exemple, el Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació a través de fundació Agroalimed (www.agroalimed.es) amb col·laboració dels investigadors del Institut Valencia de Investigacions Agràries (IVIA – www.ivia.es) i l'Universitat Politècnica de Valencia (www.upv.es), ha desenvolupat un sistema informàtic amb les característiques descrites anteriorment, dirigit a les explotacions agrícoles de cultius hidropònics en hivernacles. La seva finalitat es atreure el interès de les empreses privades per el seu us industrialitzat en l'agricultura. Els estudis d'investigació es van realitzar en un hivernacle de roses sense terra on els investigadors van aplicar una supervisió i control del clima dintre el hivernacle mitjançant els equips de calefacció, ventilació i humificació a més de realitzar un control en temps real del subministrament de l'aigua i fertilitzant, dosificant aquest nutrients en funció de les necessitats de les plantes. El fet de obtenir dades en temps real ha implicat el desenvolupament d'un sistema de comunicació que permet estar connectat a Internet i des de qualsevol lloc es pot prendre decisions i donar ordres.

Aquest sistema informàtic esta format per un conjunt de sensors que estan connectats mitjançant un bus de camp industrial (PROFIBUS) al sistema de control, que és tracta d'un autòmat programable (PLC). El PLC s'encarrega d'activar els equips d'actuació per mantenir les condicions climàtiques programades. La connexió del autòmat amb un ordinador personal i mitjançant la interfície gràfica, permet accedir als usuaris a l'estat del hivernacle, mostrar gràficament l'evolució dels diferents factors climàtics al llarg del temps, emmagatzemar la informació en bases de dades (Open Database Connectivity – ODBC), gestionar alertes, etc.

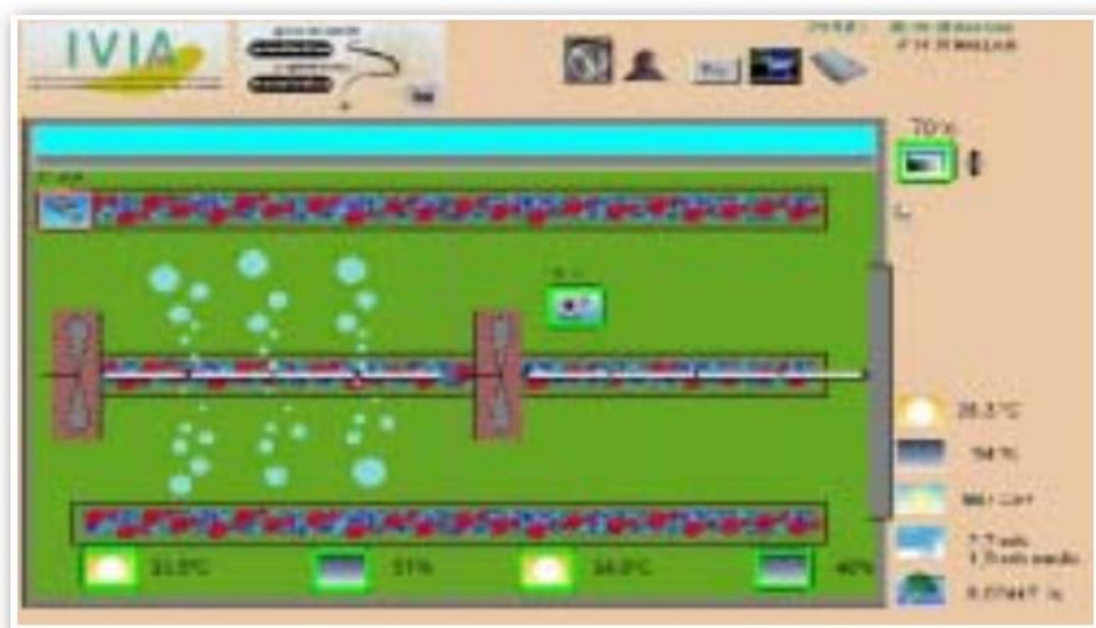


Figura 6 – Interfície d'usuari programa IVIA

La figura 6 mostra l'aspecte de la interfície d'usuari on es pot distingir diferents parts relacionades amb els denominats bucles de control. La interfície disposa d'un conjunt de bucles de control que permeten el control del hivernacle en tots els aspectes. Els dos bucles de control principals són, el bucle de control de humitat i el bucle de control de la temperatura.

El primer bucle encarregat del control de humitat està format per un conjunt de higròmetres com sensors i, si cal realitzar accions per corregir aquest factor climàtic, s'utilitzarà el sistema de nebulització ultrafina i el sistema de ventiladors per mantenir la humitat en els valors ideals.

El segon bucle important és el encarregat del control de temperatura, en aquest hi ha diferències entre les diferents estacions de l'any i entre el dia i la nit. En estacions fredes o durant la nit, s'utilitzarà el sistema de calefacció per mantenir les temperatures ideals. En el cas del dia i estacions càlides, cal utilitzar el sistema de ventilació, combinat amb el sistema de nebulització.

Els altres bucles no menys importants són el sistema de reg, el sistema de regulació de la temperatura dels substrats del cultiu, etc.

Un aspecte important de la interfície mencionat anteriorment, és la utilització de bases de dades per emmagatzemar la informació del dia dins del hivernacle. Això permet la generació de llistats i fitxers històrics per diferents temàtiques i dades.

A mes a mes hi ha la possibilitat de rebre imatges de les dos càmeres web instal·lades, una en la part interior i l'altra en la part exterior. La següent figura és la interfície amb les imatges d'una de les càmeres web.

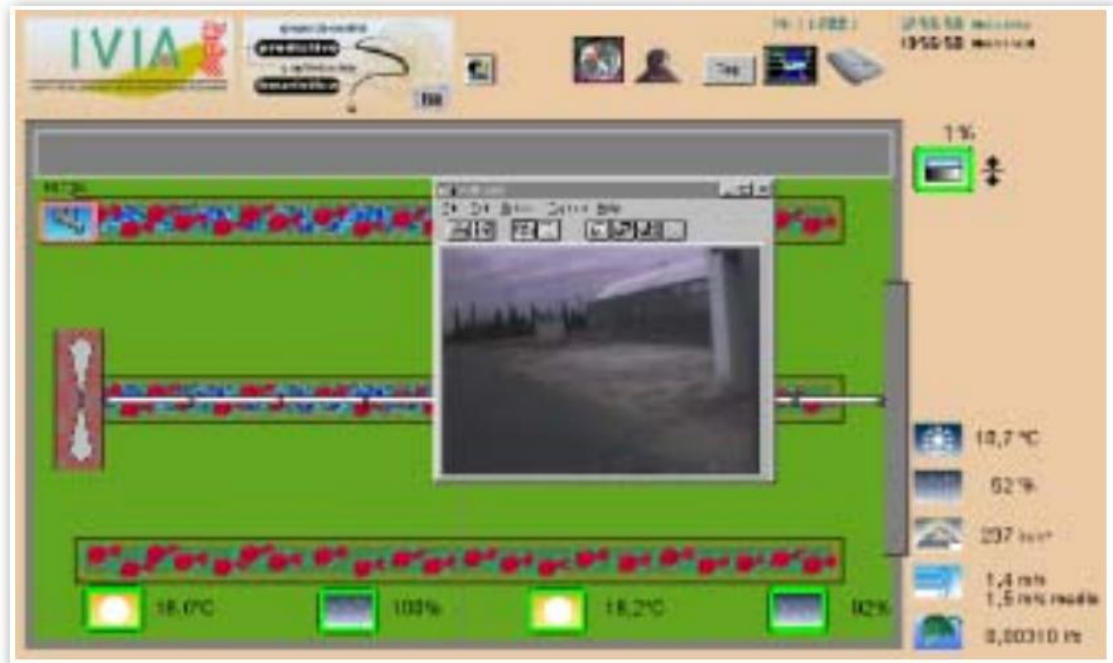


Figura 7 – Interfície d'usuari amb imatge de càmera web

En l'àmbit de l'empresa privada, també hi ha exemples de sistemes de monitorització amb tecnologia pròpia de l'empresa que desenvolupa el sistema. Com a mostra és la tecnologia sense fils RFreeNet desenvolupada per l'empresa Balmart (www.balmart.es), fabricant de solucions electròniques avançades. El concepte és disposar d'una xarxa de sensors sense fil distribuïts per tot el hivernacle per observar variables de producció, despesa energètica i prevenció. Tota aquesta informació es gestiona mitjançant un software gratuït, denominat Green Manager, desenvolupat per la mateixa empresa i solament aplicable a l'àmbit local on està ubicat el hivernacle, on es permet configurar, gestionar i monitoritzar tota la informació real subministrada per la xarxa de sensors.

La interfície del programa Green Manager es pot configurar a tres nivells, local, remot i unitats de representació. El nivell local serveix per configurar els paràmetres propis del programa tals com temps d'espera de resposta, temps màxim sense rebre informació, periodicitat de generació dels fitxer log, idioma del programa, etc. El nivell remot ens permet configurar els paràmetres bàsics per establir la comunicació amb el gateway. Finalment, les unitats de representació és on marcarem les unitats que utilitzarem per mostrar les magnituds.

Respecte les funcions pròpies de la interfície tenim la funció de instal·lació, operació, datalogger i configuració.

La primera funció denominada instal·lació, el seu objectiu és donar la possibilitat de programar el dispositiu encarregat de comunicar la interfície amb els sensors (gateway) i realitzar una monitorització bàsica de la xarxa comprovant, per exemple la cobertura de la xarxa i els nivells de bateria.

La segona funcionalitat, denominada operació, permet a l'usuari la funció de la monitorització una instal·lació del tipus RFreeNet amb la possibilitat de configurar parts del sistema, la gestió de comunicació amb el gateway i l'execució d'accions respecte el gateway per personalitzar i optimitzar el seu funcionament.

La funcionalitat datalogger dona facilitats per veure les mesures emmagatzemades de tota la instal·lació i dona l'opció d'exportar la informació obtinguda al format CSV per generar dades estadístiques i gràfics de tota la xarxa de sensors.

L'última funcionalitat denominada configuració, com el seu nom indica, permet a l'usuari modificar els paràmetres de configuració del software.

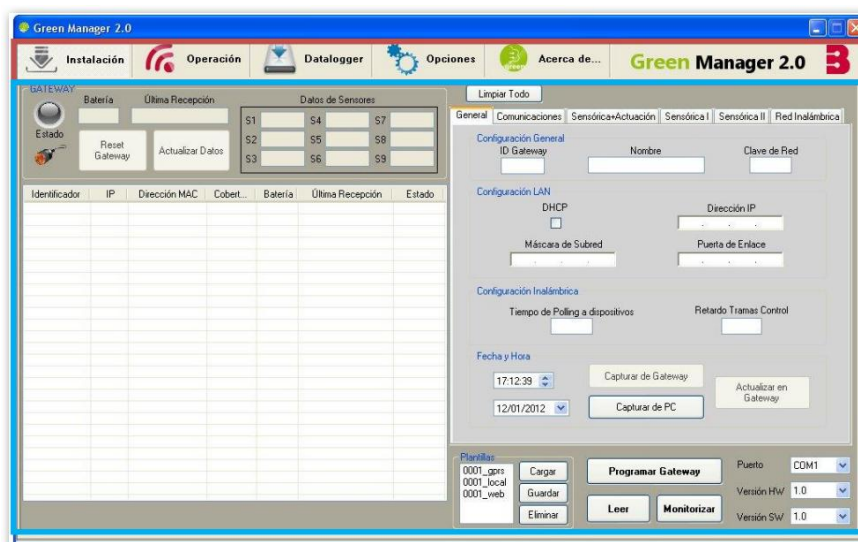


Figura 8 – Interfície del programa GreenManager

L'empresa Balmart també disposa de solucions de gestió remota, mitjançant software web de recepció de dades, denominat Green Web Manager (www.rfreenet.balmart.es). Les seves principals funcionalitats que disposa aquesta interfície son la visualització de les instal·lacions navegant mitjançant la interfície de Google Maps, el control visual de la instal·lació mitjançant la identificació gràfica del estat dels diferent elements de xarxa. Una segona funcionalitat permet gestionar en qualsevol moment la habilitació de alertes i bolcat de dades de la xarxa de sensors. La configuració remota de les instal·lacions on és permet modificar diferents paràmetres essencials de la xarxa sense necessitat de desplaçar-se

físicament, és la tercera funcionalitat que disposa el programa. Les altres dos funcionalitats, generació d'informes i control d'usuari, com el seu nom indiquen, permeten extreure diversos informes de les dades obtingudes de la xarxa de sensor i el control de privilegis de les funcionalitats en funció del perfil de l'usuari.

Un aspecte important de la interfície Green Web Manager, és el nivell de privilegis d'usuaris que determina a quines funcions té accés. El primer nivell d'usuari, denominat superadministrador, la seva finalitat és l'administració de l'aplicació i gestionar les diferents dades de l'aplicació. El segon nivell, denominat administrador, és l'usuari amb més privilegis i té accés a tot. El tercer nivell, denominat operador, disposa d'accés a totes les funcions excepte la part de configuració. Finalment, hi ha figura del usuari visitant, disposa de molt pocs privilegis i sols pot visualitzar les diferents funcions.

La figura 9 figura mostra l'aspecte de la interfície del programa Green Web Manager.



Figura 9 – Interfície del programa Green Web Manager

Cal remarcar que amb menor grau, al mercat també hi ha empreses que desenvolupant interfícies d'usuari a mida del client.

2.4 Investigació context d'ús

Els hivernacles és poden classificar de diferents formes, segons determinades característiques dels seus elements constructius: material de l'estructura, material de la coberta, fixació o mobilitat, etc.

Una de les principals característiques que defineixen l'espai d'un hivernacle és la seva estructura de construcció. Aquesta estructura marca quin espai físic es disposa i determinarà la ubicació i el nombre de sensors necessaris per cobrir l'espai. La classificació del hivernacle per la seva estructura és la següent:

- **Hivernacle pla o tipus parral:**

Aquest tipus de hivernacles s'utilitzen generalment a zones amb poca pluja i estan construïts per una estructura vertical i una zona horitzontal.

Les principals avantatges són la gran uniformitat lluminosa, estructura resistent al vent, construcció econòmica, gran adaptació a les geometries del terreny i es pot aprofitar l'aigua pluvial en períodes secs.

Les seves desavantatges són poc volum d'aire, disposar de finestres de ventilació és complicat, dolenta ventilació, degradació ràpida de la instal·lació i altres problemes vinculats amb els plàstics que formen l'estructura.

La següent figura és un exemple d'aquest tipus d'estructura.

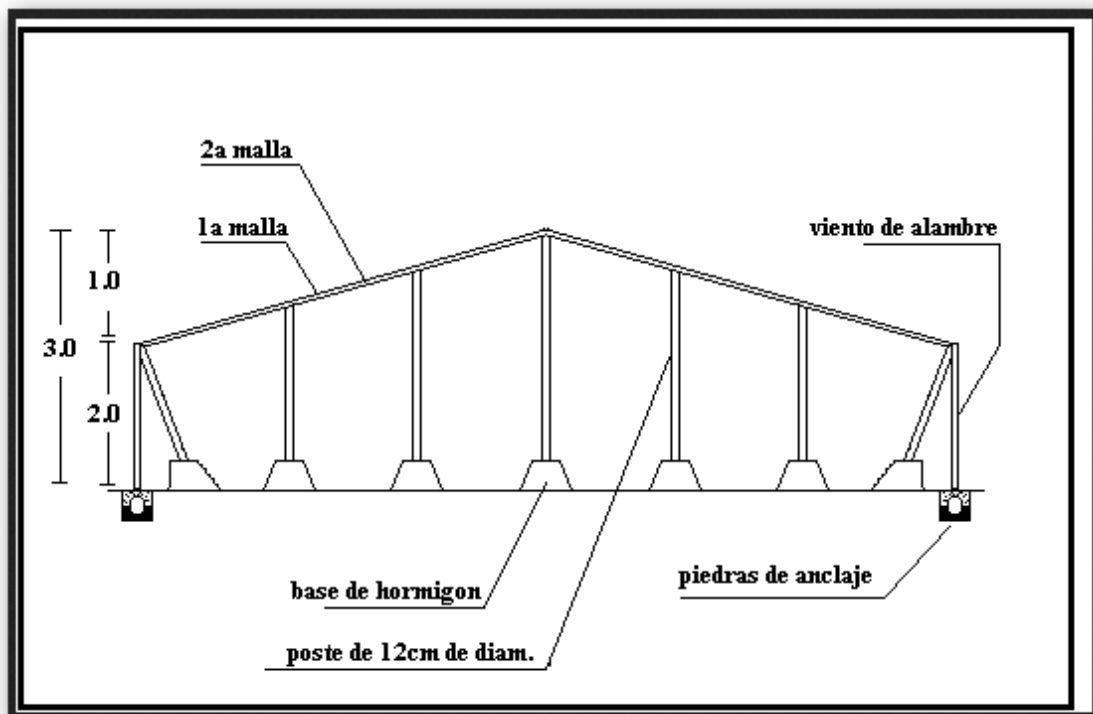


Figura 10 – Hivernacle pla o tipus parral

- **Hivernacle en raspa i amagat:**

L'estructura d'aquest hivernacle és bastant similar al hivernacle del tipus parral, però varia en la forma de la seva coberta, on s'augmenta l'altura al màxim en la part de la coberta, formant la raspa.

Les principals avantatges són espais més grans lliures d'obstacles, bona impermeabilitat a l'aigua i el vent, disminuint la humitat interior en períodes plujosos, econòmics de construir, permet una fàcil instal·lació

de ventilació mitjançant finestres i arrel del seu volum permet augmentar la temperatura nocturna.

Les seves desavantatges són diferències significatives de lluminositat en diferents sectors del hivernacle, no s'aprofita l'aigua de la pluja, és complicat la reparació dels plàstics de la coberta i hi ha pèrdues de calor per tenir cobertes més grans.

La figura 11 és un exemple d'aquest tipus d'estructura.

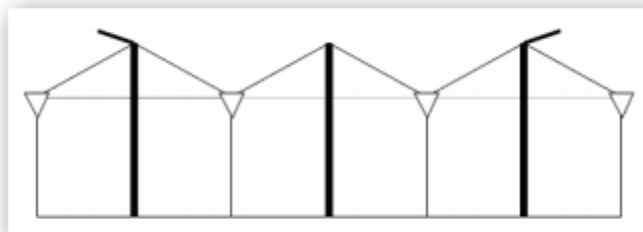


Figura 11 – Hivernacle en raspa i amagat

- **Hivernacle asimètric o inacral:**

La principal diferència d'aquesta estructura respecte a les anteriors, és l'increment de superfície d'exposició al sol durant el matí per augmentar la captació de radiació solar. L'angle d'inclinació d'un costat és inferior a l'altre costat.

Igual que els anteriors tipus de hivernacles, les principals avantatges són el bon aprofitament de la llum durant l'època hivernal, econòmic de construir, és estanc a la pluja i l'aire, permet la instal·lació de ventilació al sostre, disposa d'una ventilació i capta molt bé la radiació solar.

Les seves desavantatges són que no s'aprofita l'aigua de la pluja, és complicat la reparació dels plàstics de la coberta i hi ha pèrdues de calor per tenir cobertes més grans.

La següent figura és un exemple d'aquest tipus d'estructura.

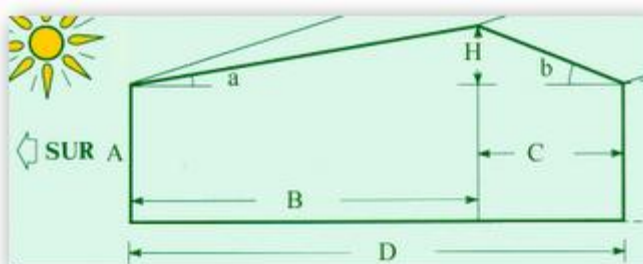


Figura 12 – Hivernacle asimètric o inacral

- **Hivernacle de capella i doble capella:**

Com indica el seu nom, el sostre està format per una o dos inclinacions segons sigui a una o dues aigües.

Les principals avantatges són fàcil col·locació del plàstic de la coberta, permet la instal·lació de finestres frontals, laterals i al sostre, econòmic de construir i mantindre, permet un fàcil evacuació de l'aigua pluvial i permet la unió de varis hivernacles.

Les seves desavantatges son problemes de ventilació i augment del ombreig si unim varis hivernacles en bateria i hi ha més suports interns que dificulten la mobilitat al hivernacle.

La figura 13 és un exemple d'aquest tipus d'estructura.

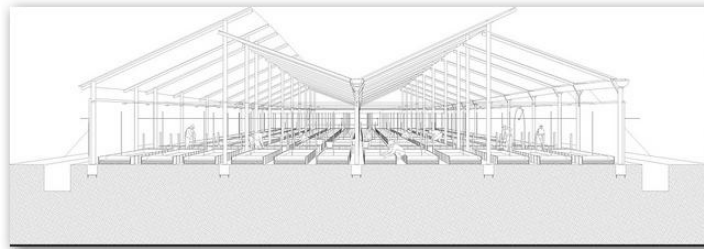


Figura 13 – Hivernacle de doble capa

- **Hivernacle túnel o semicilíndric:**

Es una estructura totalment metàl·lica i en forma de semicilíndrica, com el seu nom indica.

Les principals avantatges son la seva rapida col·locació, gran resistència als forts vents, bona ventilació, és estanc a la pluja i el vent, bona il·luminació i molt bé distribuïda, fàcil instal·lació i permet la mecanització de les finestres zenitals.

Com tots els hivernacles, les seves desavantatges son costos elevats en la construcció i no recull l'aigua pluvial.

La següent figura és un exemple d'aquest tipus d'estructura.

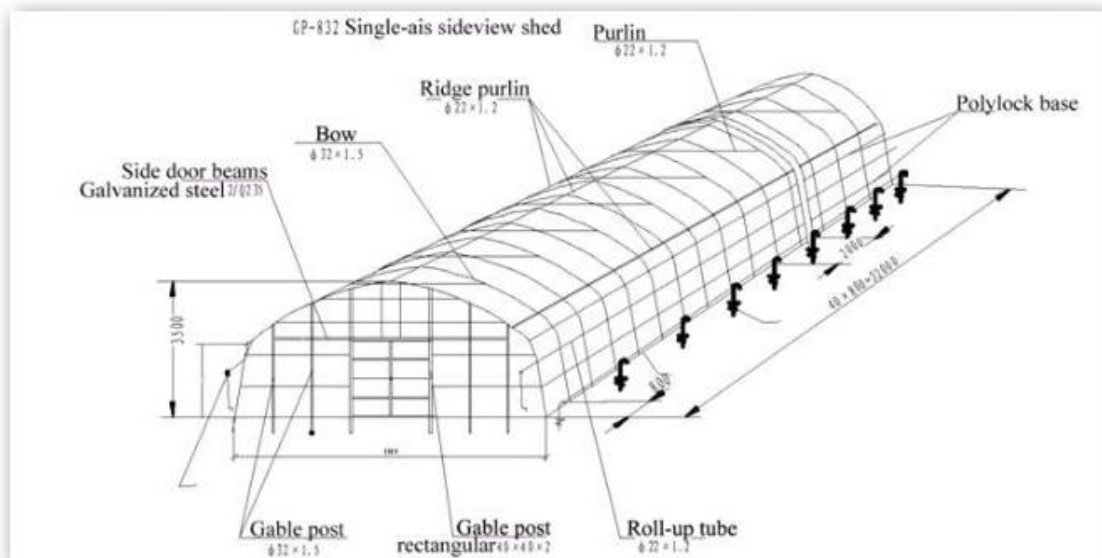


Figura 14 – Hivernacle de túnel o semicilíndric

- **Hivernacle de vidre o tipus venlo:**

Igual que l'anterior hivernacle, és una estructura metàl·lica prefabricat amb coberta de vidre, on tot el conjunt del hivernacle és de vidre.

Les principals avantatges son la gran estanqueïtat i facilitats de climatització. Respecte les seves desavantatges son els seus costos

elevats en la construcció, espais petits per la complexitat de l'estructura i menor transmissió de llum arrel dels abundants elements estructurals.

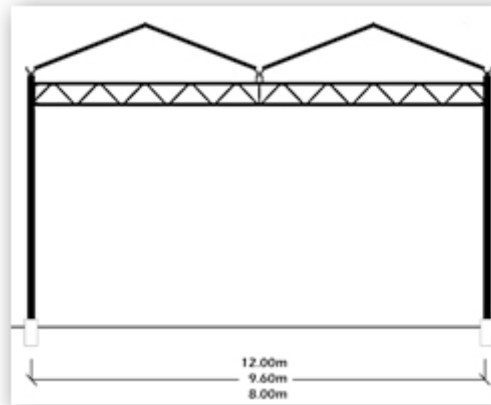


Figura 15 – Hivernacle de vidre o tipus venlo

Actualment, en gran part dels hivernacles d'algunes zones, totes les dades ambientals s'obtenen d'una manera manual o semi manual. Les dades obtingudes es guarden en un ordinador per la seva gestió posterior, no és una monitorització constant davant de possibles canvis brucs. És a dir, no possibilita un anàlisi més profund en la relació de la variació de les condicions dins d'un hivernacle. Un exemple és la quantitat d'aigua que cal utilitzar al reg, en alguns casos i en funció del cultiu és pot donar la situació de regar més del necessari i, a més, en moments en el que aquesta acció pot arribar a ser contraproduent per la formació del fruit, planta o hortalissa. També aquesta situació es pot aplicar en el cas d'aplicar fertilitzants i fungicides.

Per realitzar la monitorització d'un hivernacle implica la instal·lació d'una xarxa de sensors que captin en temps real diferents paràmetres. Les dades son transmeses a un element de comunicació que a la seva vegada envia totes les dades a la plataforma de gestió. Totes aquestes dades són convertides, tot en temps real, en informació útil, que s'emmagatzemarà i es posarà a disposició dels sistemes informàtics. Aquí és on sorgeix la necessitat de desenvolupar una interfície per a tots els usuaris vinculats al hivernacle i que utilitzaran aquesta interfície.

Tota aquesta informació útil rebuda en temps real esta associada a tot el conjunt de sensors de la xarxa i que permetrà donar una visió global i individualitzada de l'estat del hivernacle en qualsevol moment.

Segons quin tipus de cultiu la informació útil associada a la temperatura i humitat interior es molt important. Alguns cultius son sensibles als canvis i pot perillar la producció. Per exemple la producció de plantes com la d'orquídia segons les seves característiques, temperatures mínimes de 13°C i màximes de 23°C, canvi de temperatura entre el dia i la nit no superior a 6°C, humitat de sol al voltant del 70%, una molt bona ventilació, etc. implica un control constant de les diferents dades de temperatura i humitat d'àmbit exterior i interior del hivernacle.

Altres exemples poden ser el control del sistema de reg per zones, podem tenir zones on hi ha més necessitat de reg que altres, el control de radiació solar, hi ha tipus de cultius on cal protegir més d'aquesta radiació, etc.

2.5 Anàlisi previ

Els cultius sota hivernacle han permès obtenir produccions de qualitat i gran rendiment en qualsevol moment de l'any, alhora permet allargar el cicle de cultiu, permetent produir en les èpoques de l'any més difícils.

En els últims anys hi ha moltes explotacions que han iniciat la instal·lació de mecanismes que permeten l'automatització de diversos factors climàtics, radiòmetres que indiquen el grau de il·luminació, termòmetres per obtenir la temperatura interior i exterior, etc. Per aquest motiu, el principal objectiu de la interfície és permetre a l'usuari accedir a tota la informació del hivernacle en temps real i realitzar accions correctores, consultar informació històrica i configurar tot el sistema.

En primer lloc, per poder realitzar el control del hivernacle cal una xarxa de sensors amb la capacitat de mesurar diferents aspectes climàtics. Un sensor es un dispositiu que produeix una senyal en funció d'un valor de magnitud física que es vol mesurar. Utilitzant aquesta premissa, la interfície a de permetre supervisar les dades que rep d'aquesta xarxa i gestionar les condicions ambientals.

Durant la fase d'anàlisi de sistemes semblants, un concepte en comú en tots els projectes, és la utilització de diversos sensors que recullen els diferents factors climàtics propis d'un hivernacle. Dintre de la xarxa de sensors hi ha diferents magnituds que cal controlar, alguns d'aquests sensors bàsics són:

- **Sensor de temperatura:** El sensor ens permet obtenir la temperatura dintre d'un rang mínim i màxim. En funció de les característiques tècniques del sensor la seva precisió potser menor o major.
- **Sensor de humitat:** En el cas d'aquest sensor en funció dels seu components i funcionament, ens facilitarà la mesura de la humitat relativa de l'atmosfera ambient.
- **Sensor de radiació solar:** El sensor ens facilitarà la mesura de radiació solar global formada per la radiació directa i la radiació dispersa mitjançant l'atmosfera.
- **Sensor de velocitat i direcció del vent:** Tal com indica el nom del sensor, la seva funció és indicar la velocitat i direcció del vent
- **Sensor de concentració de CO₂:** El sensor ens facilitarà la concentració de CO₂

La xarxa de sensor pot estar integrada per altres sensors específics que controlen altres variables però els sensors indicat avanç són els que permeten donar una solució bàsica a les necessitats del hivernacle.

En segon lloc, la interfície a de permetre a l'usuari poder accedir informació històrica per poder realitzar estudis, anàlisis i informes productius amb totes les dades que recull el sistema mitjançant els sensors.

En tercer lloc, per una correcta monitorització, l'usuari disposarà d'un conjunt de paràmetres mediambientals que poden ser configurats en funció de les necessitats. El conjunt dels diferents paràmetres permetrà definir un conjunt d'automatismes de funcionament del hivernacle i de control en situacions de possible risc.

3. Anàlisi de requeriments

En aquesta etapa es tracta d'obtenir tota la informació de les necessitats, preferències i requisits de tots els usuaris que utilitzaran la interfície. Un cop obtinguda tota aquesta informació, començarà la feina de disseny del prototip. Aquesta secció, igual que anteriors seccions, està dividida en tres temàtiques.

En primer lloc, cal fer un treball de camp d'investigació per conèixer el comportament i la interacció dels usuaris amb el sistema en els seus contextos d'ús habituals.

En segon lloc, el disseny conceptual ens donarà una visió dels perfils d'usuari, persones i escenaris mitjançant l'anàlisi dels resultats obtinguts anteriorment.

En darrer lloc, consisteix en construir un model de la interfície mitjançant totes les dades i l'anàlisi previ. Aquesta interfície, un cop finalitzada, s'utilitzarà per avaluar la seva usabilitat.

3.1 Investigació i requisits

El primer pas és involucrar els diferents usuaris en diferents activitats que ens permetin obtenir informació per començar a definir les prestacions de la interfície. És important tenir el coneixement sobre els usuaris, els seus contextos d'ús, les seves necessitats, objectius i actituds.

Per obtenir tota aquesta informació necessària per desenvolupar el prototip, hi ha disponibles mètodes qualitius, on cada mètode permet obtenir informació diferent. Hi ha quatre mètodes qualitius d'indagació: Observació contextual, investigació conceptual, entrevistes en profunditat i les dinàmiques de grup, on cada mètode permet obtenir informació diferent i cal analitzar-la tenint-ne en compte els avantatges i limitacions de cada una.

La tècnica de l'observació i investigació contextual permet observar els usuaris en el seu entorn habitual, això ens permet saber objectivament què fan els usuaris, i en quines condicions. En el cas de la investigació contextual, consisteix a fer una entrevista en el lloc on s'utilitzarà el producte interactiu, i mentre s'utilitza o s'hi interacciona.

El principal inconvenient de l'observació i la investigació contextual és que cal desplaçar-se al lloc on hi ha ubicat el hivernacle i que cal molt de temps. En contra, el principal avantatge, la informació recollida és molt rica.

Un altre mètode són les entrevistes en profunditat, tal com indica el nom, mitjançant guions poc estructurats i oberts cerquem informació sobre comportaments passats, actituds i intuïcions. Es porten a terme en mostres petites.

En darrer lloc, les dinàmiques de grup són entrevistes amb un grup de sis a vuit persones on la moderació del grup és clau per a recollir informació de qualitat i aconseguir que tots els assistents hi participen. El moderador ha de disposar d'un guió per a conduir la conversa en l'ordre que interessa. A

diferència de les entrevistes en profunditat, solen ser més llargues i permeten obtenir més diversitat d'opinions.

Després de sospesar els avantatges i limitacions dels diferents mètodes i en funció de les característiques del projecte, farem servir l'observació i investigació contextual. Com s'ha descrit avanç, l'observació contextual ens permet l'observació dels usuaris realitzant les seves tasques vinculades amb el hivernacle. A més a més, és realitzarà una o varies mini enquestes en el lloc de treball a les diferents persones al realitzar les seves tasques.

3.1.1 Observació contextual

Seguint les premisses definides al mètode d'observació contextual, em desplaço a la localitat de Torres de Segre, província de Lleida, on estan ubicats dos hivernacles dedicats al cultiu de hortalisses.

Avanç de realitzar el desplaçament a la ubicació del hivernacles, és van marcar dos premisses. La primera era marcar quins objectius volia assolir amb el desplaçament i la segona premissa era disposar d'una llista de tasques a realitzar.

Hi ha dos objectius molt marcats que calia assolir després de finalitzar la visita al hivernacle. El primer objectiu era obtenir la màxima informació tècnica del món del hivernacle arrel del desconeixement dels aspectes tècnics i de gestió del dia a dia d'un hivernacle. El segon objectiu, era que tota la informació obtinguda pogués servir per realitzar un bon disseny del sistema per satisfer les necessitats dels diferents usuaris que utilitzaran el sistema.

La llista de tasques tenia la finalitat d'obtenir el màxim de informació de la manera de treballar i de les necessitats dels usuaris durant la seva tasca al hivernacle. Les tasques principals que calia fer durant la visita al hivernacle eren:

- Realitzar una petita xerrada de presentació amb el responsable del hivernacle per conèixer quin són les característiques principals i les característiques particulars d'aquest hivernacle.
- Conèixer les diferents persones que treballen al hivernacle
- Realitzar un seguiment en diferents hores de les diferents persones que hi treballen
- Realitzar una *xerrada* amb la persona amb més coneixements i experiència amb el hivernacle
- Obtenir la màxima informació tècnica de tots els sistemes vinculats al hivernacle

Inicialment no es va realitzar cap planificació de temps de les diferents tasques, aquesta planificació de temps estava supeditada als horaris i la manera de treballar del hivernacle.

Un cop desplaçat al hivernacle i després de realitzar la *xerrada* de presentació és va realitzar una planificació de les diferents activitats al hivernacle. **A gran trets aquesta planificació era:**

- Durant unes tres hores es va realitzar una visita per el hivernacle per resoldre aspectes tècnics associats a un hivernacle amb el tècnic de l'exploració.
- A certes hores puntuals es feia un seguiment de les diferents tasques específiques que per l'hora planificada calia fer, per exemple l'activació del reg, control de la humitat relativa, temperatura, etc.
- També en certs períodes de temps es van realitzar diferents observacions als diferents operaris en les tasques diàries.

Tots els objectius marcats és van assolir obtenint, dels dos dies de treball de camp, informació de diferents aspectes tècnics associats als hivernacles, perfils de les diferents persones que hi treballen i aspectes de les tasques manuals i automàtiques diàries de la gestió d'un hivernacle.

De tota la informació obtinguda, detallem un resum dels diferents aspectes i conceptes que han aparegut durant les observacions. La informació esta dividida en diversos apartats: definició i descripció del hivernacle, factors climàtics, rutines i tasques diàries i equipaments.

3.1.2 Definició i descripció del hivernacle

Un hivernacle es tota aquella estructura coberta amb materials transparent, on es possible obtenir unes condicions artificials de microclima, i amb això cultivar plantes fora de l'estació en condicions optima.

Els hivernacles és poden classificar de diferents formes, i la seva implementació, sempre va lligada respecte les necessitats del projecte de cultiu. Un dels aspectes importants de escollir la forma de la estructura del hivernacle, es la seva ubicació. Els factors climàtics son molt importants en la presa d'aquesta decisió. Alguns d'aquests factors son el tipus de terra, la topografia, exigències bioclimàtiques del cultiu, etc.

Respecte les diferents estructures de fabricació dels hivernacles que hi ha al mercat, detallats anteriorment al punt d'Investigació de context d'ús, no ha de suposar cap inconvenient en el procés d'instal·lació del diferents sensors que s'implantaran.

3.1.3 Factors climàtics

Un altre punt molt important en el desenvolupament del cultiu, en les seves diferents fases de creixement, esta condicionat per quatre factors climàtics: la temperatura, la humitat, la il·luminació i el nivell de CO₂.

3.1.3.1 Temperatura

La temperatura és el factor climàtic mes important que cal controlar, ja que és el que més influeix en el creixement i desenvolupament de les plantes. Normalment la temperatura òptima per a les plantes es troba entre

els 10°C i 20°C. És important per una gestió eficient de la temperatura, conèixer les necessitats i limitacions de l'espècie cultivada. Així mateix s'han d'aclarir els conceptes de temperatures, que indiquen els valors objectius a tenir en compte per al bon funcionament del cultiu i les seves limitacions que be marcat per les exigències de l'espècie. Ens cal conèixer la temperatura mínima que per sota de la qual és produeixen dany en la planta, les temperatures mínimes i màximes on no és possible que la planta aconseguixi una determinada fase de floració, fructificació, etc. i els valor aconsellats de temperatures diürnes i nocturnes.

3.1.3.2 Humitat relativa

El factor climàtic de la humitat relativa, és la quantitat de d'aigua continguda en l'aire, en relació amb la màxima que seria capaç de contenir a la mateixa temperatura.

Existeix una relació inversa del factor temperatura amb el factor humitat relativa, amb elevades temperatura disminueix la humitat ambiental. Amb temperatures baixes, la humitat ambiental augmenta. Cada espècie o planta té una humitat ambiental idònia per mantenir-se en perfectes condicions, igual que el factor de temperatura, ens cal conèixer quin és el percentatge d'humitat relativa per una correcta floració, fructificació, etc., qualsevol problema o errada amb aquest factor, pot modificar el rendiment final del cultiu.

Quan la humitat relativa és excessiva les plantes redueixen la transpiració i disminueixen el seu creixement amb un grau gran de desenvolupar malalties. Per contra, si és molt baixa, les plantes transpiren en excés i poden deshidratar-se i, igual que abans, poden tenir grans problemes de malalties.

3.1.3.3 Il·luminació

La llum és el factor principal de creixement de la planta perquè impulsa la fotosíntesi. La radiació és molt important per el control climàtic perquè afecta d'una manera significativa el factor de la temperatura. És molt difícil separar els dos conceptes encara que son diferents, la radiació i la llum son part del sol.

Les plantes absorbeixen radiació mitjançant les seves cèl·lules i l'utilitzen durant la fotosíntesis, transformen el gas de diòxid de carboni (CO₂) en sucres.

La radiació solar es la principal font d'entrada d'energia al hivernacle, la major part és absorbida per la pròpia planta, un percentatge menor l'absorbeix el terra i una mica la pròpia estructura del hivernacle.

Aquest factor més els descrits anteriorment estan molt vinculats, per exemple, contra més lluminositat hi ha l'interior del hivernacle més s'ha d'augmentar la temperatura, la humitat relativa i el CO₂. En funció del tipus de material de la coberta del hivernacle en la relació amb les radiacions,

determinaran com respon cada material a la transmissió, la reflexió i l'absorció. Hi ha hivernacles que disposen de material d'ombra, el seu ús no es reduir la llum, sinó el excés de temperatura.

També hi ha hivernacles que utilitzen sistemes d'iluminació artificial. Hi ha dos tipus, fotosintètica i fotoperiòdica¹. La fotosintètica és utilitzada per completar la intensitat de la llum solar, principalment durant el hivern. La il·luminació fotoperiòdica modifica les hores de llum per prevenir que les plantes arribin a entrar en un estat de son mitjançant la reducció dels períodes foscos. Aquests mecanismes d'iluminació artificial estaran associats a un control de quan són activades i del temps que la llum està encesa.

3.1.3.4 Nivell CO₂

L'últim factor climàtic, l'anhidrid carbònic, es la matèria prima imprescindible de la funció clorofil·lica de les plantes. Normalment a l'atmosfera hi ha un nivell al voltant d'un 0,03%, insuficient per aprofitar el màxim l'activitat fotosintètica de les plantes. Per aquest motiu es molt interessant enriquir l'atmosfera del hivernacle amb CO₂. Les marges idonis per una producció òptima està al voltant d'un 0,1% i 0,2%. Les concentracions superiors al 0,3% són perjudicials per el cultiu.

Un aspecte important d'aquest factor climàtic és el fet si al hivernacle s'aplicarà un enriquiment anhidrid carbònic o no. En el cas de no aplicar cap enriquiment, la concentració del gas pot variar durant tot un dia. Tindrem el màxim de concentració al final de la nit i el mínim durant les hores amb més llum que coincideix amb el mig dia. El més aconsellable per una bona explotació del hivernacle és enriquir el hivernacle amb anhidrid carbònic.

Igual que els anteriors factors climàtics, el nivell de CO₂ depèn de l'espècie o varietat cultivada, del factor d'iluminació, de la ventilació, temperatura i humitat. Normalment un bon nivell d'assimilació del anhidrid carbònic està entre 18°C i 23°C de temperatura, disminuït en el cas de superar els 23°C.

Segons estudis realitzats respecte aquest factor en cultius hortícoles, implica un augment de la precocitat al voltant d'un 20% i un increment en el rendiment al voltant d'un 25% a un 30%.

3.1.4 Rutines i tasques diàries

Com s'ha indicat anteriorment, durant dos dies s'ha realitzat un seguiment de totes les activitats vinculades al hivernacle, observant amb molta atenció i captant aspectes essencials de la feina. Totes les observacions s'ha anotat per realitzar un repàs al final de cada dia per ordenar els diferents passos vinculats a una tasca.

¹ www.horticom.com/portada.

www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Hort/Hort_1989_52_24_31.pdf

Durant els dos dies les principals tasques que han realitzat els diferents operaris estan vinculades al seguiment mitjançant els diferents indicadors dels factors climàtics com la temperatura, humitat, etc., control i seguiment del procés de reg, més altres tasques manuals vinculades al control fitosanitari de les plantes.

Un dels aspectes importants de les rutines diàries, és la gran importància de tenir una actitud observadora al realitzar les diferents tasques dintre d'un hivernacle. Sempre cal fer un seguiment de la situació del hivernacle i de la seva evolució. Això permet localitzar amb antelació possibles zones on hi ha un desenvolupament desigual, plantes amb una coloració no adequada, etc. Una adequada detecció dels possibles indicis de problemes permetrà una celeritat respecte les possibles causes i una eficient solució. Un exemple d'aquesta observació és avaluar possibles problemes produïts per plagues, insectes, erogues, etc.

Algunes de les tasques diàries que realitzen els operaris que treballen en un hivernacle son les següents:

3.1.4.1 Reg

Es una de les activitat importants i obligatòria per mantenir el hivernacle en els paràmetres climàtics idonis. Actualment, el mecanisme reg esta automatitzat amb diferents sistemes de reg però, això no exclou que calgui revisar diàriament el controlador encarregat del sistema de reg. Els sistemes més sofisticats inclouen un controlador o software específic on es permet introduir bàsicament un calendari de reg amb data i hora d'inici i d'atura del reg més l'indicador del nivell de caudal d'aigua.

En sistemes de reg més antics, l'acció de regar és una acció manual on cal una personada que activi i aturi tot el sistema de reg. Això suposa que una persona s'encarrega d'aquesta tasca seguint un calendari i horari preestablert.

Encara avui en dia hi ha hivernacles sense cap tipus d'automatització de reg on hi ha una persona encarregada de realitzar el reg mitjançant una manega. Aquesta tasca requereix molt de temps i de recursos hídrics.

3.1.4.2 Control temperatura i humitat

Igual que l'anterior tasca de control del reg, cal realitzar periòdicament el control dels indicadors de temperatura i humitat. Dintre d'un hivernacle hi ha diferents termòmetres i hidròmetres disposats de manera estratègica que cal controlar en diferents hores del dia. En funció dels valors, cal realitzar un conjunts d'accions correctores dels factors climàtics.

Es important que la persona anoti en paper o informàticament l'hora i valor obtingut al termòmetre i hidròmetre. Normalment al final del torn o final del dia es recull tota aquesta informació.

3.1.4.3 Control fitosanitari

Periòdicament cal revisar de forma preventiva les plantes del hivernacle per reduir els danys que poden produir plagues o insectes que poden introduir-se en l'explotació. Aquestes tasques son completament manuals i és important el grau d'experiència de les persones que realitzant aquesta tasca per detectar els primer símptomes de danys a les plantes.

3.1.4.4 Mostreig de plantes

Durant la etapa de creixement de la planta o del fruit, és convenient realitzar un sèrie de mostreigs per supervisar la qualitat i si fa falta, prendre mesures correctives. Hi ha diferents mesures en funció del cultiu i edat de la planta o fruit, en alguns casos cal mesurar l'altura, l'àrea floral o el pes.

3.1.4.5 Altres tasques

Hi ha altres tasques menys importants però necessàries per el correcte funcionament del hivernacle. Algunes d'aquestes tasques son, eliminar restes de vegetació o matolls, aplicar adob i fertilitzants segons les necessitats de les plantes, etc.

Totes les tasques de control de reg, temperatura, humitat, etc. es tenen que enregistrar de manera manual en paper o digitalment per realitzar un seguiment al llarg del temps dels diferents factors climàtics i, en l'aspecte econòmic, calcular els costos de producció.

3.1.5 Equipaments

Durant la visita als hivernacles i observant la zona, casi tots els hivernacles disposen de diversos equipaments, en menor o major grau, que faciliten i milloren la gestió dels diferents cultius.

Alguns d'aquest equipaments la seva principal funció es millora les tasques manuals que és realitzant dintre el hivernacle i altres milloren el rendiment de la productivitat del cultiu.

Els equipaments més comuns que podem trobar en un hivernacle son:

3.1.5.1 Sistemes de ventilació natural o passiu

Gran part dels hivernacles disposen de finestres abatibles que normalment son d'acció manual que poden estar ubicades a les parets laterals o en el sostre en funció del tipus d'estructura del hivernacle. Hi ha nous hivernacles que ja disposen de mecanismes automàtics per gestionar l'obertura i tancament de finestres o sistemes específics de ventilació mitjançant obertures.

3.1.5.2 Malles anti-insectes

Tal com indica el seu nom, son malles que poden oscil·lar la seva densitat de mallat i, que la seva funció és no permetre l'entrada d'insectes o ocells al hivernacle. La seva col·locació és en finestres i en la porta o portes que donin accés al interior del hivernacle.

3.1.5.3 Passadissos formigonats

Son passadissos dintre el hivernacle que faciliten les operacions manuals que realitzen els agricultors. La seva distribució i el nombre de passadissos be marcada per les necessitats del cultiu.

3.1.5.4 Recollida d'aigua pluvial

La recollida d'aigua pluvial permet disposar d'un recurs escàs i de qualitat, amb una doble funció, reutilitzar-la per el reg i evitar problemes d'inundacions o avingudes d'aigua produït per la falta d'aborció de la terra. El sistema de canaletes o canalons a de conduir l'aigua de pluja o la condensació recollida a sobre la coberta del hivernacle, fins el depòsit d'aigua.

3.1.5.5 Mecanisme de doble porta

La seva funció és el control físic per reduir l'entrada de plagues o insectes dintre el hivernacle. És una mesura preventiva simple i de gran utilitat.

3.1.5.6 Sistema de humificació

Com el nom indica, és un sistema de humificació o nebulització que mitjançant la polvorització d'aigua a diferents pressions permet dos objectius, baixar la temperatura i augmentar el nivell de humitat relativa.

Hi ha bàsicament tres tipus de sistemes, els de baixa pressió, els de alta pressió i els sistemes d'aigua-aire.

El sistema de baixa pressió genera una gota aigua d'un gruix superior als altres dos sistemes amb l'inconvenient que cal ubicar-los correctament perquè no mullin en excés i tampoc les plantes. Aquest sistema cal una correcta gestió dels polsos, pauses i horaris del seu funcionament.

El sistema d'alta pressió, funciona amb una pressió superior al sistema anterior generant un gruix de gota d'aigua molt petita. La seva principal avantatge és la regulació perfecta de la humitat sense la necessitat de mullar la planta i seva capacitat de baixa la temperatura entre 5°C i 8°C en funció de les condicions climàtiques exteriors. Els seus inconvenients son la seva instal·lació és cara i el seu manteniment.

L'últim sistema aigua-aire, com indica el seu nom, bàsicament son un conjunt de filtres que barregen l'aigua amb aire, aconseguint gotes d'aigua molt petites. Aquest sistema permet regular la grandària de la gota ajustant les pressions de l'aigua i l'aire a les necessitats de la situació. Els seus principals avantatges son que no mulla la planta i sobretot la instal·lació esta preparada per realitzar tractaments fitosanitaris de forma automàtica. El seu principal inconvenient és el seu preu alt, normalment superior al sistema d'alta i baixa pressió.

La seva gestió requereix tres funcions, nebulitzar, sulfatar i netejar el filtres.

3.1.5.7 Sistema de calefacció

Aquest sistema s'utilitza per evitar que les temperatures durant els mesos amb més fred no limitin la producció o qualitat del cultiu. Un punt important que cal preveure, en funció de la ubicació i clima on esta ubicat el hivernacle pot no ser necessari disposar d'aquest sistema.

Bàsicament hi ha dos tipus sistemes de transmissió de l'energia calorífica, per convecció a traves de l'aire o per radiació a traves de tubs escalfats per aigua. Com combustibles per obtenir aquesta energia calorífica tenim diversos fonts energètiques, propà, gas natural, gasoil, fuel, biomassa o inclús aigua termal.

Lògicament en funció del sistema de calefacció i combustible utilitzat té les seves avantatges i inconvenients particulars de cada sistema. En general son inversions costoses i la factura anual en combustible és molt important.

Respecte a la maquinaria podem trobar des de generadors d'aire calent utilitzats principalment per prevenir gelades o per l'ús esporàdic, fins a grans sistemes utilitzats en zones molt fredes on convingent la cogeneració elèctrica, la generació d'aigua calenta i la generació de CO₂ per controlar el clima del hivernacle.

3.1.5.8 Sistema d'ombra o pantalla tèrmica

Durant èpoques amb un major grau d'insolació, la ventilació natural o mecànica resulta insuficient per refrigerar el hivernacle amb els problemes que això comporta. Una forma eficient de disminuir la temperatura i la transmissió de radiació a l'interior del hivernacle és disposar d'algun tipus de malla tèrmica, malla d'ombra, malla aluminitzada o pantalles per obscuriment total. Un altre aspecte important de l'ús d'algun sistema de pantalla és mantenir durant la nit gran part del calor recollit durant el dia.

3.1.5.9 Sistemes de ventilació mecànica

La ventilació del hivernacle és un factor fonamental per la bona gestió del cultiu. La seva funció es establir una corrent d'aire mitjançant ventilador

extractors, on s'extreu l'aire calent, i el volum extret és ocupat immediatament per aire exterior del hivernacle.

Un mecanisme de ventilació és la instal·lació d'extractors de gran caudal que col·locats estratègicament permetran una perfecta ventilació. Com qualsevol sistema té els seus avantatges i inconvenients. La principal avantatge és que la seva instal·lació, en funció de la dimensió del hivernacle, permet un caudal d'extracció molt alt. El seu inconvenient és el seu cost.

Un apunt important, si les dimensions del hivernacle son molt gran és necessari instal·lar aquests sistemes per no tenir deficiències amb la ventilació del hivernacle. Normalment s'instal·len al voltant de deu i vint unitats per hectàrea.

També hi ha un altre tipus de sistemes de ventiladors encarregats d'una bona recirculació de l'aire interior del hivernacle. Això permet una bona homogeneïtzació del clima, factor fonamental quant treballem amb sistemes de calefacció i amb sistemes de control de humitat. Un altre aspecte important és que pot afavorir l'absorció de CO₂ per les plantes. Igual que els sistema de ventilació de gran caudal, son necessaris al voltant de deu i vint unitats per hectàrea i el seu inconvenient és el seu cost.

3.1.5.10 Sistemes de fertilització carbònica CO₂

Un dels factors climàtics importants comentats anteriorment, és enriquir l'atmosfera del hivernacle amb CO₂ per aprofitar el màxim l'activitat fotosintètica de les plantes. Normalment se sol utilitzar CO₂ pur emmagatzemat en estat líquid, mitjançant un evaporador es passa a gas i és introduït en el hivernacle mitjançant canonades similars a les utilitzades en el reg per degoteig. Per un correcte funcionament de la instal·lació, hi ha un dispositiu denominat lector-regulador que s'encarrega de regular el caudal de gas.

3.1.5.11 Sistemes de reg

Un altre factor principal son les necessitats hídriques de les plantes per el seu creixement. L'objectiu del sistema de reg es aplicar al terra una quantitat d'aigua, de forma correcta i uniforme, sense un excés que pot restringir la seva evolució.

Hi ha quatre tipus de sistemes de reg, reg per degoteig, reg per micro aspersió, reg per difusors, reg subterrani i reg per manega.

El sistema per degoteig, com el seu nom indica, l'aigua s'aplica gota a gota en la proximitat de la planta, sense necessitat de mollar tota la superfície sinó solament un cert volum i amb una freqüència d'aplicació. Aquest sistema permet fàcilment integrar en els sistemes fertirrigació i la seva automatització. La seva principal avantatge és el aprofitament entre 90% i 95% de l'aigua per part de la planta.

El sistema per micro aspersió, l'aigua es transportada a través de manega i aplicada en forma de pluja mitjançant un difusor denominat micro aspersors. Hi ha diferents tipus de micro aspersors per oferir diferents tipus de reg per cada una de les fases de creixement de la planta.

El sistema per difusors està format per una manega que al seu extrem hi ha un difusor que fa una rotació per tots els espais. Aquest mecanisme és ideal per hivernacles amb un terra més sorrenc i per certes flors ornamentals.

El sistema de reg subterrani és semblant al sistema de degoteig però, la manega està soterrada a una determinada profunditat i propera a les plantes. La seva principal avantatge és el aprofitament màxim de l'aigua per part de les plantes.

L'últim sistema, és el sistema clàssic de reg manual mitjançant una manega. Aquest sistema no està recomanat per la poca uniformitat òptima de reg.

3.1.6 Usuaris

Un altre aspecte important que durant la visita al hivernacle, és l'observació de les funcions de les diferents persones vinculades al hivernacle. En funció de les tasques que realitzen, podem classificar en tres tipus d'actors vinculats al hivernacle, l'operari, l'encarregat i el gestor o propietari del hivernacle.

El primer tipus d'usuari, l'**operari**, la seva funció es realitzar les tasques més bàsiques i manuals del dia a dia. Alguns exemples de les seves funcions són, s'encarrega del control i seguiment de reg independentment si el sistema és reg amb manega o reg automatitzat, una altra tasca diària és la revisió preventiva de les plantes per reduir danys produïts per plagues o insectes, recol·lecció del fruit en els períodes corresponents, etc.

El segon perfil d'usuari, l'**encarregat** o **tècnic de l'explotació**, la seva funció principal és la gestió i control pròpiament del hivernacle. Aquesta gestió implica la supervisió de totes les tasques que realitzen tots els operaris al seu càrrec, control de tots els factors climàtics interns del hivernacle, control del correcte funcionament de tots els equips, tasques administratives associades al hivernacle, etc.

L'últim perfil, el **gestor** o **propietari**, la seva tasca és gestionar tota l'activitat agrària i la supervisió de tots els treballadors, operaris i encarregats, vinculats a l'explotació.

La figura de l'encarregat i del gestor té sentit en explotacions agràries grans on hi ha un volum molt gran d'activitat, on les tasques estan repartides entre els diferents actors. En explotacions agràries familiars o d'una mida petita-mitjana, la figura de l'encarregat i gestor desapareixen quedant la figura del propietari, on les seves tasques són les mateixes que realitza un encarregat més les seves pròpies.

3.1.7 Classificació requeriments

Després del detall de les diferents tasques que cal realitzar en un hivernacle més tots els mecanismes que es disposa per ser més eficient en aquestes tasques, cal estructura tota aquesta informació per fer-la més fàcil d'entendre durant el disseny del prototip. Per aquest motiu, analitzant totes les dades obtingudes, obtindrem els requeriments funcionals i no funcionals del sistema.

Requeriments funcionals:

- Gestió del hivernacle
 - L'usuari administrador pot activar o aturar manualment els diferents sistemes del hivernacle
 - Es pot consultar, donar d'alta, de baixa o modificar les dades vinculades a un sensor. L'únic usuari autoritzat és l'administrador
 - Qualsevol usuari pot consulta en temps real els valor climàtic del hivernacle (temperatura, humitat relativa, il·luminació i nivell de CO₂)
 - Tots els usuaris poden consultar les dades històriques dels diferents valors climàtics respecte un període de temps i/o segons el tipus de valor climàtic
 - Hi haurà una notificació de les alertes actives
 - Es pot consultar les diferents alertes que s'han produït en un període de temps i/o segons el tipus d'alerta
- Configuració del sistema
 - Es poden modificar els paràmetres de configuració dels diferents sistemes del hivernacle. L'únic usuari autoritzat és l'administrador del sistema
 - L'usuari administrador pot donar d'alta, baixa i modificar els diferents usuaris del sistema

Requeriments no funcionals:

- Sols hi ha un administrador al sistema. Aquestes funcions d'administrador les realitzarà el tècnic de l'explotació
- Cal que les pàgines que conformen la interfície no poden trigar gaire en carregar-se i el contingut de la pàgina no ha de ser fragós a la vista de l'usuari. Un excés d'objectes per pàgina pot produir aquesta situació
- Tota la informació vinculada a l'activitat del hivernacle s'emmagatzemarà en una base de dades
- Cal que el temps de resposta entre el sistema i l'usuari sigui el baixa possible
- El sistema ha d'estar sempre disponible, no pot haver indisponibilitats

3.1.8 Resum de la investigació i requisits

La investigació i indagació dels requisits és una de les claus per poder realitzar correctament tot el disseny del hivernacle. Mitjançant la investigació i seguiment sobre el terreny de les activitats realitzades al hivernacle, s'han pogut extreure la següent relació de requisits que haurà de complir el sistema:

- Independentment de l'estructura de coberta i els factors bioclimàtics de la seva ubicació, no han de suposar cap inconvenient per la instal·lació dels sistemes de sensors i de la interfície
- Un punt molt important per el desenvolupament del cultiu i un dels requisits que el sistema a de controlar son els quatre factors climàtics: temperatura, humitat relativa, il·luminació i nivell de CO₂
- Hi ha altres requisits que també son necessaris per una gestió eficient del sistema com:
 - La gestió del mecanisme de reg
 - El control dels mecanismes de ventilació de forma natural i de forma mecànica
 - La gestió del sistema de humificació, calefacció i sistema de pantalles tèrmiques
 - La gestió del sistema de fertilització carbònica CO₂
- Un altre requisit que el sistema haurà de complir, és permetre al tres perfils d'usuaris, operari, tècnic de l'explotació i al gestor o propietari de l'explotació, un accés a les dades en funció del seu perfil.

3.2 Disseny conceptual

L'objectiu de la fase de disseny conceptual es definir l'esquema d'organització, funcionament i navegació. No se especifica quina aparença tindrà el lloc, sinó que es centra en el concepte mateix del lloc: la seva arquitectura de la informació.

La definició de l'estructura del lloc pot fer-se des de dos enfocaments diferents i complementaris, aproximació descendent i ascendent. L'aproximació descendent és tracta d'estructurar tot en diferents parts, dividir els continguts en pàgines i definir els enllaços entre pàgines. En el cas de l'aproximació ascendent, es defineixen els blocs mínims d'informació, estructuració que va més enllà de la pròpia segmentació d'informació en pàgines.

3.2.1 Perfils d'usuaris

Els perfils d'usuari són agrupacions d'usuaris segons les seves característiques i aquests es poden basar en diferents aspectes. Per realitzar un disseny web centrat en l'usuari, cal una definició clara de les persones que utilitzaran l'aplicació.

En aquest cas podem definir els usuaris potencials a les persones que la seva activitat esta vinculada directament amb les tasques del hivernacle i que la interfície a de donar suport als perfils definits.

Podem definir tres tipus de perfils en funció de les tasques que cal realitzar al hivernacle i que la interfície ha de donar suport als tres tipus. Aquests perfils són:

- **Operaris:** És el personal encarregat de treballar normalment dintre del hivernacle. Normalment és un tipus de personal amb un nivell cultural mig-baix, amb uns coneixements agraris mig-baix i amb escassos coneixements tecnològics. La funció principal d'aquests treballadors no és interactuar amb la interfície gràfica, és una tasca secundària per ells, sinó la de realitzar els treballs que li han estat encarregats per obtenir els nivells de producció previstos, de tal manera que només farà servir la interfície de manera esporàdica per resoldre incidències i per visualitzar l'estat i els paràmetres del hivernacle.
- **Encarregat o tècnic de l'explotació:** Normalment aquesta figura sorgeix en explotacions grans on hi ha un volum important de hivernacle, en explotacions més petites les seves tasques les realitza el gestor o propietari. És la persona encarregada de gestionar el hivernacle. És un tipus de personal amb nivell cultural mig-alt, amb coneixements tecnològics i agraris. La funció principal d'aquesta persona és repartir totes les tasques vinculades al hivernacle entre els diferents operaris, gestionarà i controlarà les característiques climàtiques del hivernacle o hivernacles i optimitzarà els nivells de producció previstos. És la persona que més farà servir la interfície com a eina imprescindible per realitzar el control climàtic, gestió d'alertes, gestió dels paràmetres i resolució d'incidències.
- **Gestor o Propietari:** És la persona encarregada de gestionar o és el propietari de l'explotació. Normalment el terme gestor s'utilitza per fer referència a la persona que la seva activitat és gestionar l'explotació i no és el propietari. Igual que l'usuari encarregat, normalment és un tipus de personal amb un nivell cultural mig-alt, amb coneixements tecnològics i agraris. La funció principal d'aquesta persona és gestionar a tot el personal vinculat amb el hivernacle i controlar la productivitat de l'explotació. És la persona que farà servir la interfície com a eina per realitzar el control climàtic, gestió d'alertes, gestió dels paràmetres i resolució d'incidències.

3.2.2 Persones o personatges

Un personatge el definim com la descripció d'un usuari arquetípic que pot servir com a guia en el procés de disseny que ens permet identificar les principals necessitats.

Si observem els perfils d'usuari, l'usuari arquetípic que ens permet definir un patró de conducta, objectius i necessitats, és l'usuari denominat encarregat o tècnic de l'explotació.

Aquest personatge s'ha definit a partir de les seves tasques al hivernacle. Per tractar-se d'una persona amb un nivell cultural mig-alt, esta acostumat a la utilització de l'ordinador per certes tasques professionals diàries però no s'han de pressuposar coneixements especials d'informàtica per la qual cosa la interfície es plantejarà amb característiques senzilles i intuïtives.

Segons aquestes premisses el perfil d'usuari té les següents característiques:

- Rol d'usuari: El tècnic de l'explotació, que és l'encarregat del control i gestió del hivernacle, disposarà d'un accés total a la interfície sense cap tipus de limitacions. La resta de perfils d'usuari tindran restriccions en certes funcionalitats de la interfície.
- Coneixements de l'usuari: Pel que fa als coneixements d'informàtica, l'usuari haurà de tenir un coneixements mínims i saber connectar-se i navegar utilitzant els menús que s'ofereixen.
- Característiques de l'usuari: Es suposa que l'usuari tindrà una edat a partir de 18 anys sense límit. Respecte a les limitacions físiques, la interfície es dissenyarà d'acord a les recomanacions d'accessibilitat per tal de no limitar l'accés a persones que tinguin alguna limitació física.
- Motivacions: La relació de motivacions s'ha establert a partir de l'experiència adquirida durant la visita al hivernacle i les entrevistes realitzades a les persones vinculades a les tasques del hivernacle. Durant aquesta fase es va intentar conèixer exactament quines eren les necessitats i tasques que realitzaven. La següent relació de motivacions engloba totes les motivacions del perfil de tècnic de l'explotació i en menor grau altres motivacions de la resta de perfils d'usuaris
 - Consulta en temps real dels quatre factors climàtics, temperatura, humitat relativa, il·luminació i nivell de CO₂
 - Obtenir informació d'un període dies dels quatre factors climàtics
 - Planificació i seguiment del sistema de reg
 - Exportar la informació dels factors climàtics a terceres aplicacions
 - Consulta del diari del sistema on hi ha totes les accions manuals i automàtiques que es realitzen al hivernacle
 - Alta, baixa i modificació del inventari de sensors
 - Manteniment dels usuaris que inclou donar d'alta, baixa i esmenar dades de l'usuari

- Consulta de les alertes que s'estan produint en un període temps

4. Disseny del prototip

Amb la informació obtinguda mitjançant els perfils d'usuari, els personatges i els escenaris, realitzarem les activitats del disseny pròpiament dites.

Entre les tècniques de disseny centrat en l'usuari a aplicar en aquesta etapa destaquem, per la seva utilitat i facilitat d'implementació, la tècnica de Card Sorting o Ordenació de targetes. Els principals aspectes tècnics per triar aquest mètode és la seva fiabilitat, facilitat i poc recursos que cal utilitzar per trobar patrons en la forma en que els usuaris esperen trobar el contingut. Cal remarcar que els usuaris volen tenir facilitats en l'accés i la navegació quant el volum de informació és molt gran, cosa que el Card Sorting facilita.

Hi ha altres tècniques com el paper prototyping que mitjançant la utilització de materials i equips senzills es pot crear una simulació basada en paper de la interfície amb l'objectiu d'explorar els requisits d'usuari.

Sospesant les diferents tècniques i tal com s'ha indicat anteriorment, s'ha triat la tècnica de Card Sorting principalment per la seva facilitat i per obtenir una categorització molt adequada per a organitzar i estructura la informació de manera natural per als usuaris.

4.1 Card Sorting

Aquesta es basa en l'observació de com els usuaris agrupen i associen entre sí un nombre predeterminat de targetes etiquetades amb les diferents categories o seccions temàtiques. D'aquesta forma, partint del comportament dels propis usuaris, és possible organitzar i classificar la informació segons el seu model mental.

4.1.1 Metodologia

Per obtenir els conceptes indicats anteriorment, organització i classificació de la informació, cal seguir els següents passos:

- Mitjançant tota la informació recopilada de les diferents tasques i funcionalitats de la interfície, col·locarem el nom de cada una de les opcions en una targeta
- Existiran targetes en blanc, per si de cas l'usuari creu que cal afegir alguna nova tasca
- S'entregaran les targetes sense cap ordre i observarem a l'usuari durant el procés d'ordenació

- Mitjançant una eina informàtica, s'analitzaran les diferents ordenacions rebudes per les persones que participen, obtenint la informació sobre les relacions entre les distintes agrupacions, les seves coincidències i diferències. Com a resultat obtenim un arbre de continguts basats en el disseny dels usuaris.

4.1.2 Disseny targetes

El disseny de les diferents targetes que facilitarem als usuaris vinculats en l'avaluació son les següents:



Figura 16 – Disseny targetes

4.1.3 Preparació proves ordenació

Després de realitzar el disseny de les targetes, cal que un grup d'usuaris participi a la prova on la seva finalitat és l'ordenació d'aquestes targetes en grups afins segons els seus criteris.

Cal remarcar que l'explotació agrícola no és molt gran per disposar d'un nombre molt gran d'usuaris per realitzar aquesta prova. Per aquest motiu s'han triat tres persones per realitzar la prova, el primer usuari és un operari, el segon usuari és el tècnic de l'explotació i l'últim usuari és el propietari de l'explotació.

Un cop s'han triat els usuaris es realitza la prova seguint un **conjunt d'instruccions**:

- La prova es realitzarà en un despatx d'una petita edificació annexa a l'explotació agrària
- Com s'ha indicat anteriorment, la finalitat de la prova és la ordenació de les targetes en grups que les relacionin
- Durant la prova es pot consultar qualsevol dubte sempre que sigui necessari. Durant la prova estic donant suport als usuaris que realitzen la prova
- Abans de realitzar la prova es llegeixen les diferents targetes per aclarir qualsevol dubte d'interpretació
- No està permès canviar el nom imprès a les targetes i es disposa de targetes en blanc per si cal afegir nous ítems no recollits en les targetes inicials
- S'entregaran les targetes sense cap ordre i tampoc s'han numerat per no influir en la prova
- Per qüestions laborals i de temps, es disposa com a màxim de mitja hora per realitzar la prova

4.1.4 Anàlisis ordenacions

Després de la finalització de la prova es realitzarà l'anàlisi, comentant diferències, similituds i apunts importants durant la realització de la prova. Alguns d'aquests aspectes són els següents:

Usuari 1

- **Dades usuari:** És el primer usuari ha realitzar la prova i la seva funció al hivernacle és d'operari
- **Proposta ordenació:** L'ordenació de les targetes que ha realitzat l'usuari es la següent:
 - ✓ **Inici:** Login
 - ✓ **Configuració:** Usuaris, Sensors, Diari sistema i Planificació
 - ✓ **Dades climàtiques:** Històric i Exportació dades
 - ✓ **Estat hivernacle:** Temperatura, Humitat relativa, Il·luminació, Nivell CO₂
 - ✓ **Alertes:** Alertes
 - ✓ **Equipaments:** Sistema de reg, Sistema humificació, Sistema calefacció, Sistema pantalla tèrmica, Sistema ventilació natural, Sistema ventilació mecànica, Sistema il·luminació i Sistema fertilització carbònica
 - ✓ **Tutorial:** Tutorial
- **Temps trigat:** El temps trigat per fer la prova és de quinze minuts aproximadament
- **Comentari usuari:** Ha tingut algun dubte en alguns conceptes i en la manera de relacionar-los
- **Imatge del document de la prova:** La següent figura 17 és una imatge de la prova d'ordenació de les targetes que va realitzar l'operari

Nom Cognom: XXXX XXXXXX Tasca: OPERARI

Grup	Targetes
INICI	LOGIN
CONFIGURACIÓ	USUARIS, SENSORS, DIARI SISTEMA, PLANIFICACIÓ
DADOS CLIMÀTIQUES	HISTÒRIC, EXPORTACIÓ DADOS
ESTAT HIVERNACLE	TEMPERATURA, HUMIDAT RELATIVA, IL·LUMINACIÓ, NIVELL CO ₂
ALERTEES	ALERTEES
EQUIPAMENTS	SISTEMA REG, HUMIFICACIÓ, CALEFACCIO, PANTALLA TÈRMICA, VENTILACIÓ NATURAL, VENTILACIÓ MECÀNICA, IL·LUMINACIÓ, FERTILITZACIÓ CARBÒNICA
TUTORIAL	TUTORIAL

Figura 17 – Prova ordenació targetes

Usuari 2

- **Dades usuari:** És el segon usuari ha realitzar la prova i la seva funció al hivernacle és de tècnic de l'exploració
- **Proposta ordenació:** L'ordenació de les targetes que ha realitzat l'usuari es la següent:
 - ✓ **Inici:** Login
 - ✓ **Estat hivernacle:** Temperatura, Humitat relativa, Il·luminació, Nivell CO₂
 - ✓ **Alertes:** Alertes
 - ✓ **Equipaments:** Sistema de reg, Sistema humificació, Sistema calefacció, Sistema pantalla tèrmica, Sistema ventilació natural, Sistema ventilació mecànica, Sistema il·luminació i Sistema fertilització carbònica
 - ✓ **Dades climàtiques:** Històric i Exportació dades
 - ✓ **Gestió:** Usuaris, Sensors, Diari sistema i Planificació
 - ✓ **Tutorial:** Tutorial
- **Temps trigat:** Aproximadament igual que l'anterior usuari, uns quinze minuts aproximadament

- **Comentari usuari:** Ha estat molt segur durant el procés i no ha tingut cap dubte. Ha canviat el concepte configuració per el concepte gestió.

Usuari 3

- **Dades usuari:** L'últim usuari en realitzar la prova és el propietari de l'explotació agrària
- **Proposta ordenació:** L'ordenació de les targetes que ha realitzat l'usuari es la següent:
 - ✓ **Inici:** Login
 - ✓ **Estat hivernacle:** Temperatura, Humitat relativa, Il·luminació, Nivell CO₂
 - ✓ **Alertes:** Alertes
 - ✓ **Equipaments:** Sistema de reg, Sistema humificació, Sistema calefacció, Sistema pantalla tèrmica, Sistema ventilació natural, Sistema ventilació mecànica, Sistema il·luminació i Sistema fertilització carbònica
 - ✓ **Dades climàtiques:** Històric i Exportació dades
 - ✓ **Configuració:** Usuaris, Sensors, Diari sistema i Planificació
 - ✓ **Tutorial:** Tutorial
- **Temps trigat:** També a trigat aproximadament quinze minuts en ordenar les targetes.
- **Comentari usuari:** Hi ha algun dubte amb el concepte tutorial, finalment no ha canviat el terme

Després de realitzar el pas anterior, el següent pas és l'estudi col·lectiu de les ordenacions dels usuaris. Mitjançant l'eina informàtica SynCaps² que ens permet aplicar el mètode Card Sorting, s'introdueixen les dades i s'obtenen les dos representacions gràfiques, el dendrograma i l'associació dels denominats ítems respecte a l'agrupació (*ItemsxGroups*). Com ha resultat final realitzarem la interpretació dels resultats obtenint un arbre de continguts coherent amb el model mental dels usuaris.

4.1.5 Gràfic dendrograma

El denominat dendrograma, és un tipus de representació gràfica o diagrama de dades en forma d'arbre, on s'han reorganitzat les dades en subcategories que és van dividint en altres fins arribar al nivell desitjat. Aquesta representació mostra clarament la relació d'agrupació entre dades o entre grups d'ells. Com es pot apreciar a la *figura 18*, aquest tipus de representació mostra clarament les relacions existents entre les tasques. En aquest cas s'adverteix una forta relació entre la relació entre tasques i el grup de tasques, com exemples la relació de tasques vinculades als diferents sistemes del hivernacle. Totes aquestes dades ens seran útils a l'hora de seleccionar la proposta del arbre de continguts, això implicarà

² SynCaps – Syntagm Ltd. - <http://www.syntagm.co.uk/design/index.shtml>

trobar agrupacions molt fortes, que es traduiran en dades comprensibles i lògiques.

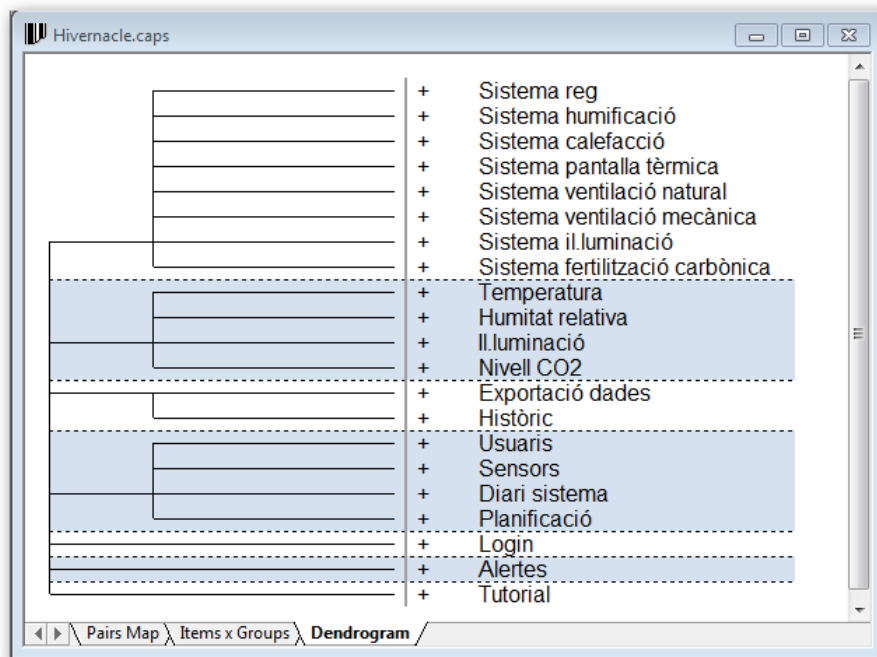


Figura 18 – Dendrograma resultants

4.1.6 Gràfic Items x Groups

El denominat *Items x Groups*, és un tipus de representació gràfica on es mostren tots els ítems i agrupacions de tots els usuaris. La figura 19, mostra el resultat obtingut amb el programa SynCaps.

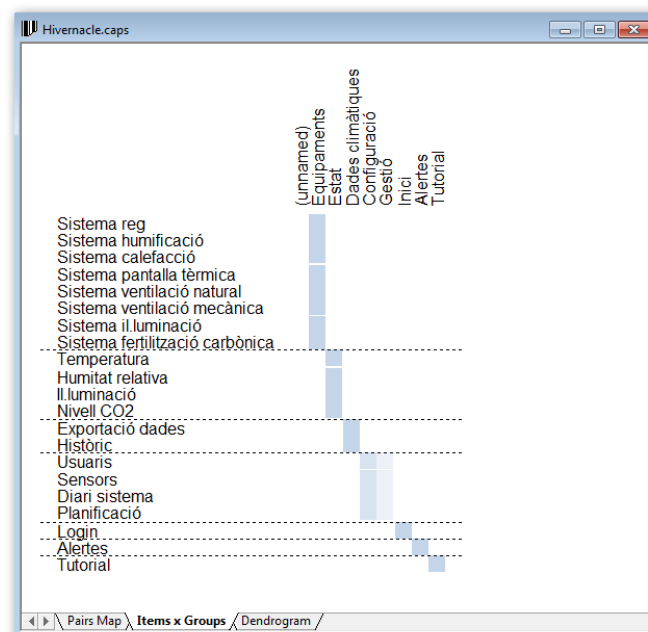


Figura 19 – Items x Groups resultants

4.1.7 Arbre de continguts

En base a les dades resultants dels apartats anteriors, i segons els gràfics que ens dona l'eina SynCaps, podem considerar arguments suficients com per proposar un arbre de continguts per la interfície.

Perquè la proposta de l'arbre de continguts sigui comprensible i lògica per part dels usuaris, haurem de resoldre els nombre d'agrupacions de tasques, la composició de les agrupacions i el nom de les agrupacions.

Es pot veure clarament que hi ha set agrupacions, on tots els participants han coincidit en la mateixa quantitat d'ítems, per aquest motiu la interfície estarà organitzada en set blocs diferenciats:

- **Primer grup:** Sistema de reg, Sistema humificació, Sistema calefacció, Sistema pantalla tèrmica, Sistema ventilació natural, Sistema ventilació mecànica, Sistema il·luminació i Sistema fertilització carbònica
- **Segon grup:** Temperatura, Humitat relativa, Il·luminació, Nivell CO₂
- **Tercer grup:** Històric i Exportació dades
- **Quart grup:** Usuaris, Sensors, Diari sistema i Planificació
- **Cinquè grup:** Alertes
- **Sisè grup:** Tutorial
- **Setè grup:** Login

4.1.8 Proposta de nomenclatura

Analitzant les agrupacions que han plantejat els usuaris, es pot afirmar que ha existint casi unanimitat en el nom de les agrupacions, excepte en l'agrupació vinculada als ítems usuaris, sensors, diari sistema i planificació. Aquesta divergència en el nom de l'agrupació Configuració o Gestió. Per resoldre aquesta qüestió aplicarem el criteri d'utilitzar com a noms de les agrupacions aquells noms que s'han repetit més. En aquest cas els noms lògics de les agrupacions son Equipaments, Estat, Dades climàtiques, Configuració, Alertes, Tutorial i Inici.

Amb les agrupacions definides anteriorment, més els noms lògics de les agrupacions i tenint en compte els comentaris plantejat per els usuaris que han realitzat la prova, és proposa la següent nomenclatura de cada agrupació:

- **Equipaments:** Sistema de reg, Sistema humificació, Sistema calefacció, Sistema pantalla tèrmica, Sistema ventilació natural, Sistema ventilació mecànica, Sistema il·luminació i Sistema fertilització carbònica
- **Estat hivernacle:** Temperatura, Humitat relativa, Il·luminació, Nivell CO₂
- **Dades climàtiques:** Històric i Exportació dades
- **Configuració:** Usuaris, Sensors, Diari sistema i Planificació
- **Alertes:** Alertes
- **Tutorial:** Tutorial

- **Inici:** Login

A continuació, la figura 20, mostra la imatge de l'arbre de continguts amb nomenclatura i capçalera de grups:

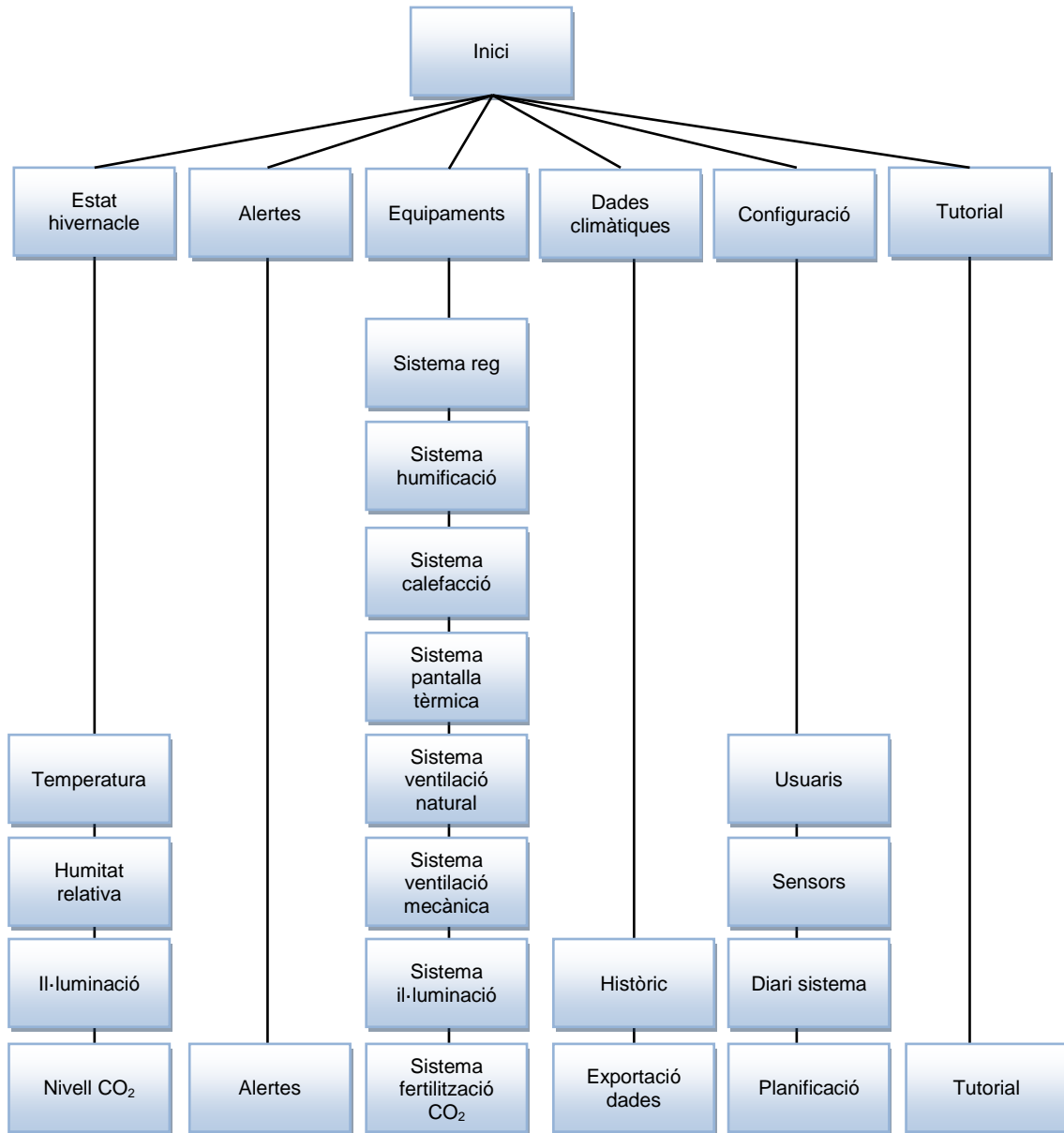


Figura 20 – Arbre de continguts amb nomenclatura i capçaleres de grup

4.2 Disseny d'escenaris

Un escenari és la descripció d'un personatge en una situació d'ús del sistema, amb uns objectius concrets. Aquesta descripció inclou el context en el qual té lloc l'acció i la seqüència d'accions que es duen a terme. És una eina que facilita fer hipòtesis sobre les situacions en les quals es trobaran els usuaris i les necessitats que tindran que assolir.

Hi ha diferents maneres de representar un escenari, en aquest cas s'ha utilitzat la tècnica de storyboard que consisteix en descriure en llenguatge natural diferents punts: característiques de l'actor, situació que motiva o explica els objectius que l'actor vol aconseguir i la descripció del comportament per aconseguir l'objectiu.

En aquest cas, s'ha triat l'actor vinculat al perfil d'usuari de tècnic de l'explotació ja que les seves característiques permeten realitzar totes les funcions disponibles en la interfície i ens dona una visió de tots els possibles escenaris. Per aquest motiu als diferents escenaris que es detallen sempre fem referència a l'usuari encarregat o usuari tècnic de l'explotació.

Els següents escenaris són alguns dels múltiples que poden sorgir.

Escenari 1. Consulta valors climàtics

L'usuari encarregat vol consultar quin són els valors climàtics en aquest moment per verificar que les factors climàtics arrel de la recepció d'una alerta associada al nivell de humitat del hivernacle. Això implica la necessitat de saber en temps reals quin són els valors de la temperatura, humitat relativa, il·luminació i el nivell de CO₂. Li aniria bé poder veure tota la informació en una sola pantalla per tenir una visió ràpida i exacta de l'estat del hivernacle. Per això, després d'entrar l'usuari i paraula clau per iniciar la seva sessió, la primera pantalla on hi ha el menú principal, tria l'opció Estat hivernacle on s'inclou els valors en temps reals dels quatre factors climàtics representats en forma gràfica fàcil d'entendre.

Escenari 2. Consulta històric valors climàtics

L'usuari vol consultar quin són els valors climàtics enregistrats durant els últims dies per revisar quin són els valors en el moment de produir-se les alertes. Necessita saber els valors dels quatre factors climàtics dels últims dies per veure si s'han produït alts i baixos en algun d'aquests factors. Per això, consulta el menú principal, entra en l'apartat Dades climàtiques i posteriorment fa una consulta del període de les dades segons els criteris de selecció que creu idonis. Un cop verificades les dades vol extreure tota aquesta informació en un fitxer que mitjançant un altre programa realitzarà estadístiques específiques. L'usuari per realitzar aquest pas pitjarà la icona d'exportació demanant-li la ubicació on emmagatzemar les dades.

Escenari 3. Consulta planificació reg

L'usuari encarregat vol realitzar la planificació automàtica del sistema de reg durant el període d'estiu. Necessita consultar el calendari de planificació on s'inclou les dades dels diferents horaris de l'automatització del sistema de reg. Per accedir a la planificació cal accedir a l'opció Equipaments i triar el icona planificació associat al sistema de reg. Un cop realitzada aquesta acció l'usuari disposarà d'un calendari on pot triar el dia o dies on vol informar el horari de inici del sistema de reg i la seva durada.

Escenari 4. Gestió usuaris

L'usuari encarregat vol donar d'alta un usuari de tipus operari al sistema arrel d'una nova incorporació a la plantilla. Per això, consulta el menú principal com usuari registrat, entra a l'apartat Gestió i selecciona l'opció usuaris. Un cop triada aquesta opció l'usuari disposa de tres icones, alta, baixa i modificació. En aquest cas després de pitjar la icona d'alta sorgeix una finestra emergent on cal introduir les diferents dades associades a l'usuari.

Escenari 5. Gestió inventari de sensors

L'usuari tècnic té la percepció que hi ha un sensor malament, per aquest motiu cal consultar el inventari de sensors mitjançant la seva disposició al hivernacle. Necessita saber la referència del sensor per realitzar una consulta al servei tècnic encarregat de la instal·lació dels sensors. Per això, consulta el menú principal, entra a l'apartat Gestió tria l'opció Sensors. Mitjançant la selecció de criteris de la consulta, l'usuari pot extreure totes les dades associades als sensors.

Escenari 6. Activació sistema ventilació natural

L'usuari encarregat a rebut una notificació d'una alerta de l'augment de la humitat al hivernacle. Per disminuir aquest grau d'humitat una opció es realitzar l'obertura de les finestres laterals del hivernacle durant un període de temps. Per resoldre aquesta situació, l'usuari accedeix a la interfície, tria l'opció Equipaments del menú principal, canvi els valors de configuració del denominat Sistema de ventilació natural i pitja el icona denominat on/off per activar el sistema i realitzat l'obertura automàtica de les finestres laterals.

Escenari 7. Consulta alertes

Mensualment l'usuari tècnic de l'explotació extreu un llistat de totes les alertes produïdes en un mes. Aquest llistat conté la informació de quin tipus d'alerta i en quin moment s'ha produït. vol consulta les alertes que s'han pogut produir durant l'última setmana. Per això, la seva manera d'interactuar amb la interfície és consulta el menú principal, entra en l'apartat Alertes i seleccionar els diferents criteris selecció de la dades. Una vegada triada aquesta informació l'usuari pitjarà el icona denominat Imprimir i el sistema enviarà tota aquesta informació a l'impressora corresponent.

4.3 Disseny fluxos d'interacció

Una vegada definits les diferents tasques i escenaris, cal generar una estructura de la interfície amb els diferents fluxos d'interacció que es poden produir. Mitjançant aquests diagrames de flux es detecta els possibles problemes de coherència en la interfície, així com les accions que el usuari pot realitzar a mes a mes de detallar clarament les funcions que cal dissenyar i programar.

Mitjançant l'eina informàtica Microsoft Visio³ realitzem els diferents diagrames de flux ja que disposa d'una funció específica per aquests tipus de diagrames.

4.3.1 Diagrama de flux – Login

El primer pas que cal fer per entrar a la interfície és acreditar-se com un usuari registrat, exclusivament els usuaris autoritzats poden accedir a la informació del sistema. El mecanisme d'accés consisteix en introduir un nom d'usuari i una paraula clau, la interfície s'encarrega de validar aquesta informació permetent accedir al sistema o generant un missatge d'error.

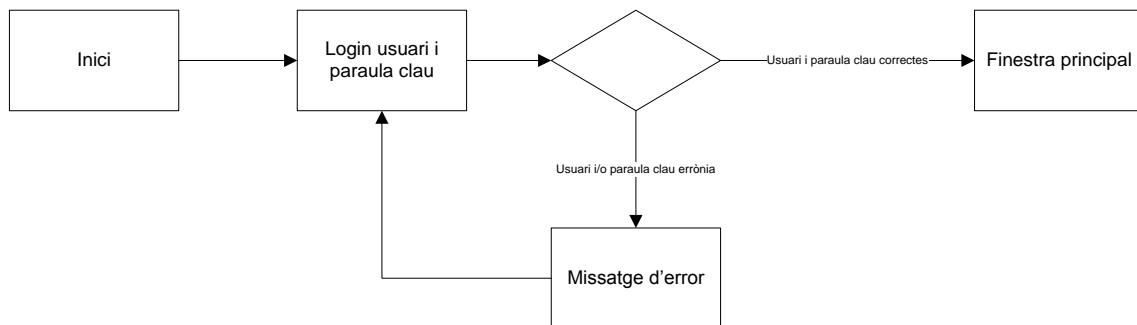


Figura 21 – Diagrama de flux - Login

4.3.2 Diagrama de flux – Usuari registrat

Un cop l'usuari s'ha identificat, disposa d'un conjunt d'accésos a diferents parts de la interfície on se li permet realitzar un conjunt d'accions.

³ Microsoft Office Visio 2010 – Microsoft Corporation - <http://office.microsoft.com/es-es/>

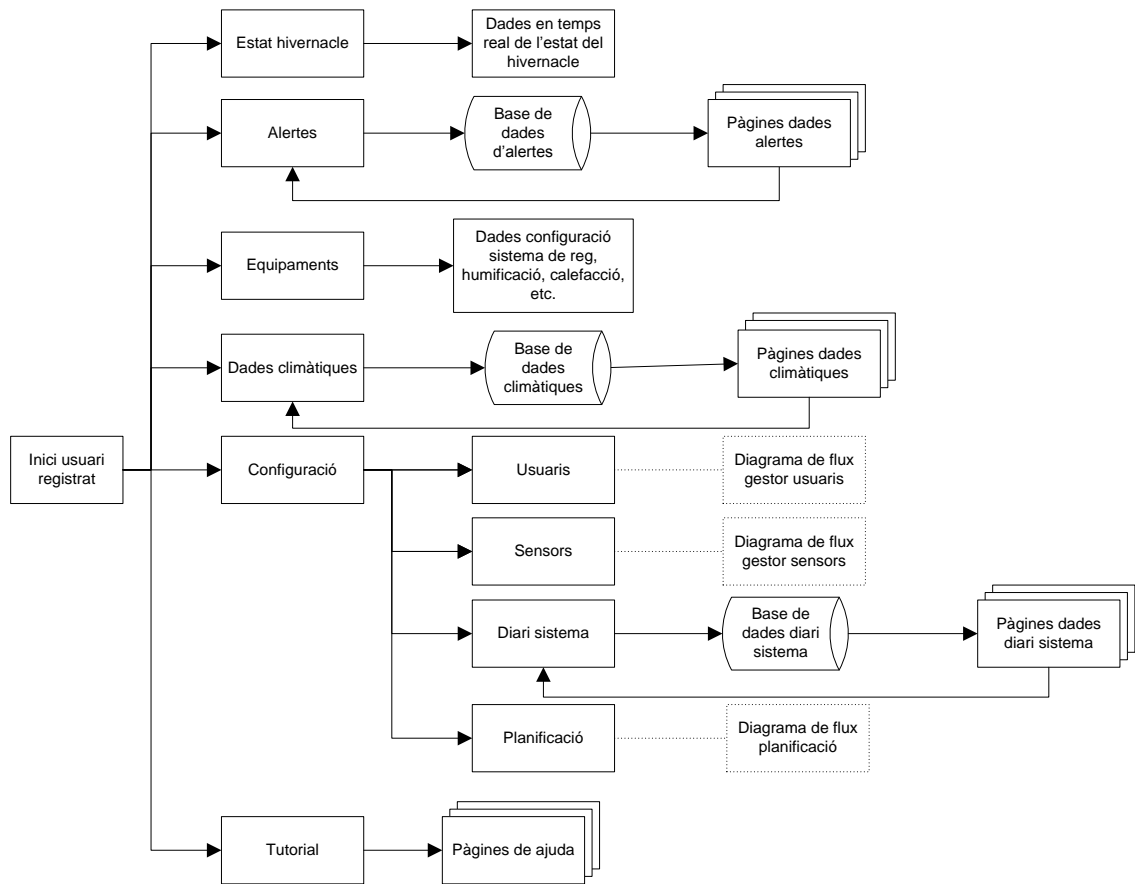


Figura 22 – Diagrama de flux – Usuari registrat

4.3.3 Diagrama de flux – Gestió usuari

Una de les opcions que disposarà l'usuari o usuaris encarregats de la gestió de la configuració és poder donar d'alta, esmenar i donar de baixa usuaris al sistema.

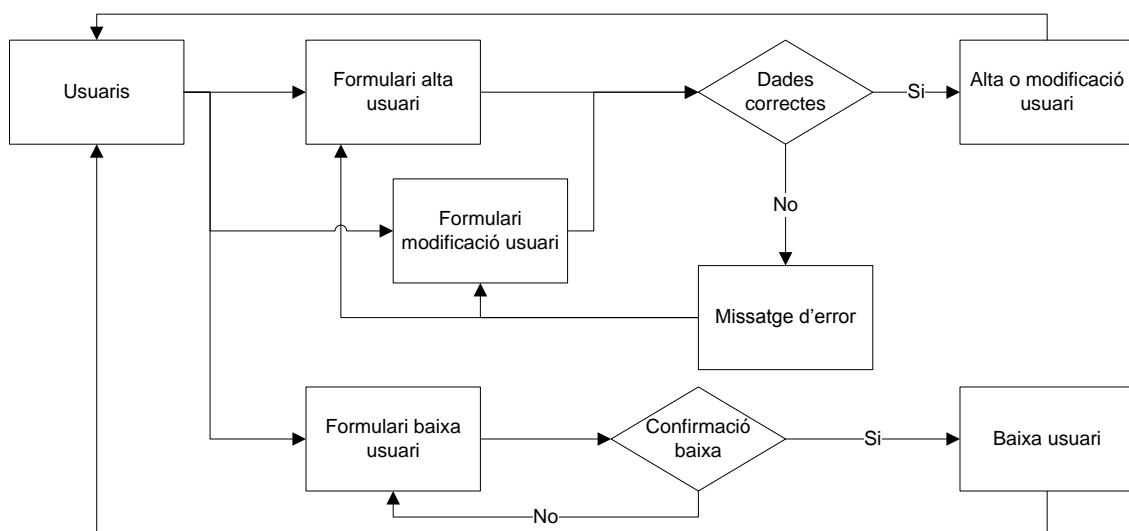


Figura 23 – Diagrama de flux – Gestió usuaris

4.3.4 Diagrama de flux – Gestió sensors

Una funcionalitat associada a la configuració és disposar d'una llista detallada dels diferents sensors ubicats en l'interior i exterior del hivernacle. Aquesta opció solament és accessible per usuaris amb nivell administració de la interfície.

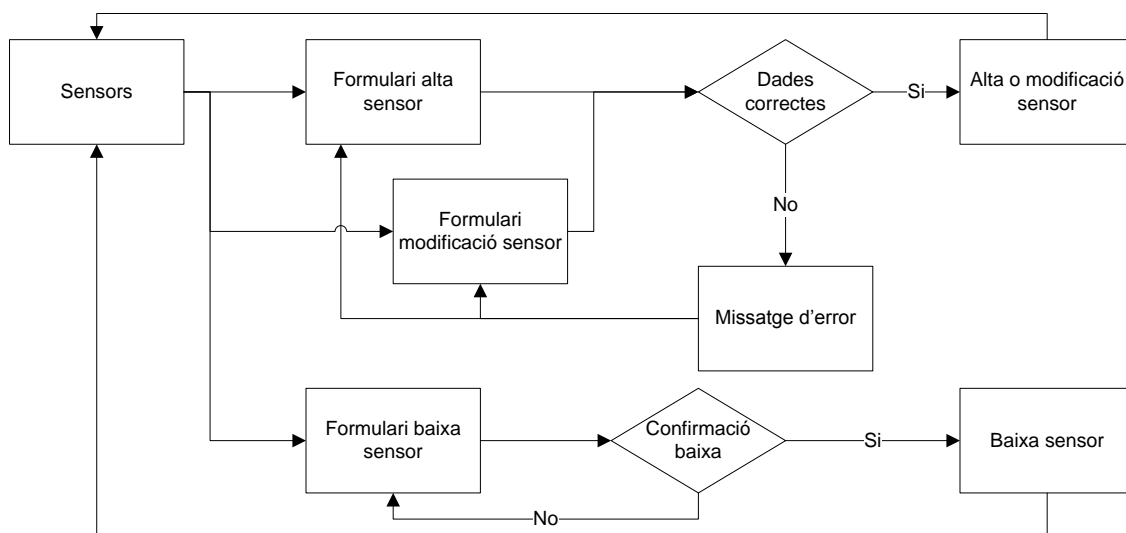


Figura 24 – Diagrama de flux – Gestió sensors

4.3.5 Diagrama de flux – Planificació

L'opció planificació permet mitjançant un calendari realitzar planificacions en diferents àmbits. Un exemple és determinar les planificacions dels diferents activitat que un operari a de realitzar durant tota la seva jornada laboral. En funció del nivell de l'usuari, si l'usuari disposa d'un nivell baix solament pot consultar la planificació i en el cas de disposar d'un nivell alt, aquest pot utilitzar totes les opcions disponibles.

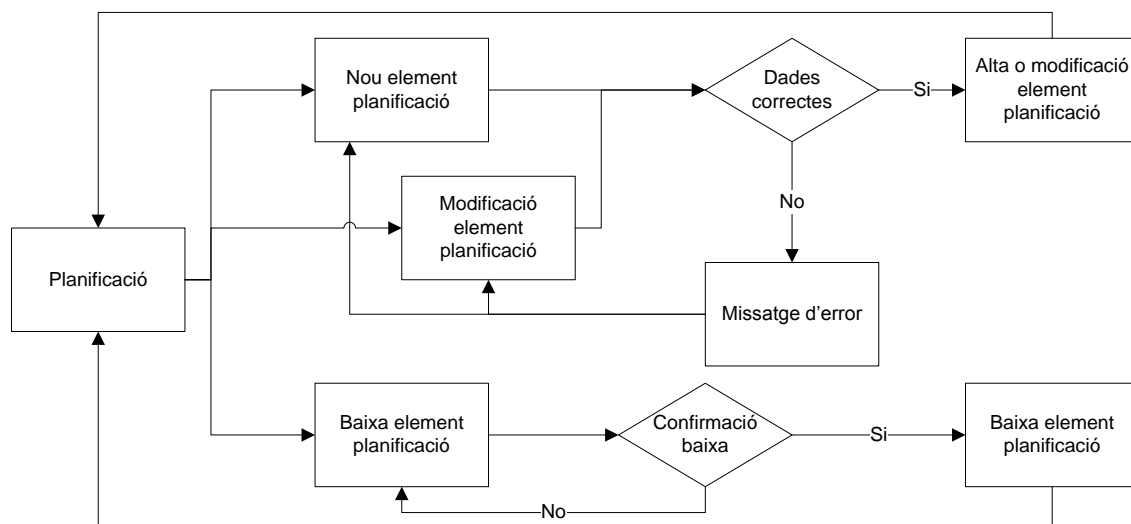


Figura 25 – Diagrama de flux – Planificació

4.4 Prototip interfície

Definim prototip com una implementació parcial però concreta del disseny d'un sistema que pot ser crear per explorar diverses qüestions durant el seu desenvolupament, com l'accessibilitat, la funcionalitat i l'exploració de la seva usabilitat⁴. L'objectiu és disposar d'un prototip fàcil de desenvolupar i corregir els dissenys i permetre involucrar fàcilment els usuaris i fer-los participis del procés de disseny.

Cal destacar que els prototips ens permeten:

- Una bona eina de comunicació entre els diferents components de l'equip de desenvolupament i els diversos usuaris implicats
- Facilita als dissenyadors el escollir entre diverses alternatives que poden sorgir
- Una gran varietat de propòsits, com verificar la fiabilitat tècnica d'una idea, aclarir requisits indeterminats, seguiment de la resposta de l'aplicació, etc.

L'aplicació d'aquesta tècnica permet catalogar els prototips en dos categories, prototips de baixa fidelitat i prototips d'alta fidelitat. Com qualsevol tècnica, aplicar una o l'altra implica un conjunt d'avantatges i inconvenients.

El prototipatge de baixa fidelitat té l'avantatge de desenvolupar el prototip amb uns costos baixos i ràpid de desenvolupar. Això no obstant, alguns del inconvenients son la limitació para la correcció d'errors i la falta de informació per realitzar la codificació.

El segon tipus de prototipatge, de alta fidelitat, té com a principals avantatges que el seu aspecte és semblant al sistema final, és

⁴ Interacció persona-ordinador – Universitat Oberta de Catalunya – PID_180440 – www.uoc.edu

completament navegable i les seves funcionalitats ja estan implementades. Igual que en el cas de l'anterior prototipatge, els principals inconvenients son el seu elevat cost i temps de desenvolupament i la seva dificultat per realitzar canvis en el disseny.

4.4.1 Proposta prototip

Després de sospesar els avantatges i inconvenients dels dos tipus de prototipatges i en funció de les necessitats del projecte, farem servir el prototipatge de baixa fidelitat. Com s'ha descrit avanç, suposa un menor cost a l'hora de realitzar canvis i el temps de desenvolupament del prototip és limitat.

Les principals característiques del prototip son:

- Incorpora l'arbre de continguts definits anteriorment
- Fa possible tots els fluxos d'interacció persona-ordinador definits anteriorment
- Segueix els dos punts anteriors tenint en compte totes les dades obtingudes anteriorment en referència a l'usabilitat realitzat en els usuaris

El prototip presentat una pantalla inicial que permet navegar per les diferents pantalles de la interfície. És totalment intuïtiva i no presenta cap dubte a l'hora de utilitzar els diferents botons de continguts. Tant mateix, la navegació per finestres d'un mateix nivell està configurat en xarxa per donar com a resultat un ús mes eficient en quan al factor temps.

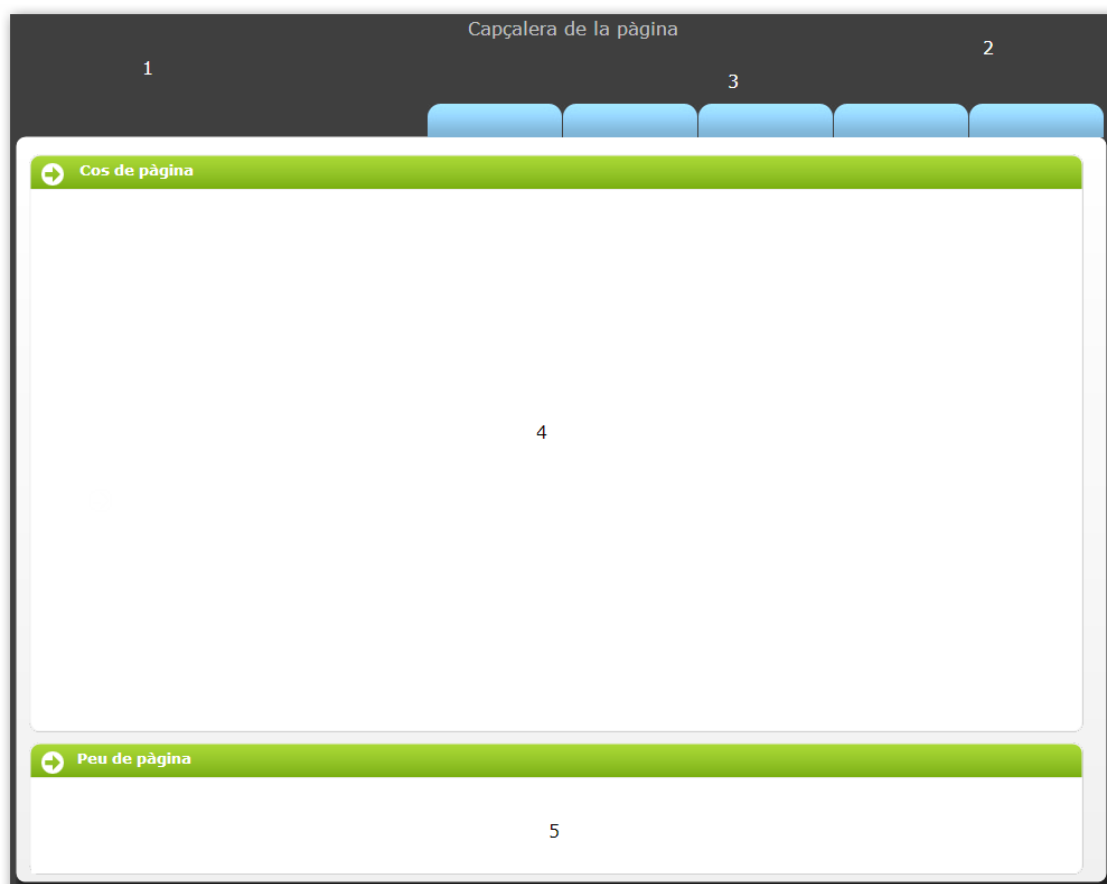


Figura 26 – Estructura de la interfície

L'estructura de la interfície, representada a la figura 26, està dividida en tres parts diferenciades:

- Capçalera de pàgina:** Està ubicada en la part superior de la interfície on hi ha tres seccions diferenciades.

La primera secció (1), ubicada a la part esquerra de la capçalera, s'inclourà el logotip del hivernacle, o en el cas de no disposar d'un logotip, les dades identificatives del hivernacle o de l'explotació on està ubicat el hivernacle.

La segona secció (2), ubicada a la part dreta superior, s'inclourà les dades identificatives de la sessió de l'usuari que s'ha connectat. A l'iniciar la sessió al sistema, aquesta secció inclourà el camp identificatiu de l'usuari, la paraula clau d'accés i el icona que permet que s'iniciï de la sessió després d'omplir els dos camps. Durant la sessió, aquesta secció solament inclourà de forma informativa el camp identificatiu de la sessió de l'usuari, més el icona que permet la finalització de la sessió.

L'última secció (3), ubicada a la part inferior de la capçalera, hi haurà ubicat un conjunt de pestanyes que inclouen les diferents accions que permet realitzar la interfície.
- Cos de pàgina:** Ubicat en la part central (4) de la interfície és mostren, les diferents dades en funció dels diferents grups accions,

els botons d'accions associats a les diferents funcions, etc. En funció de l'acció que s'ha triat, la informació que es visualitzarà estarà agrupada segons les necessitats d'aquella funcionalitat. En la secció següent 3.6.2 Pàgines de la interfície es pot veure amb més detall la distribució de la informació.

- **Peu de pàgina:** Ubicat en la part inferior de la pàgina, s'utilitzarà per mostrar la relació de les ultimes alertes que es poden produir.

Un punt important del prototip és l'eliminació de l'efecte scroll, l'eliminació de pàgines massa llargues més la utilització d'un nombre molt limitat de finestres emergents, sempre que hi sigui possible. Com a solució s'ha triat mantenir en una sola pàgina les dades de la capçalera i del peu de pàgina, i distribuint tota la informació rellevant en el cos de pàgina. Això dona a l'usuari l'efecte que tota la interfície esta implementada en una sola pàgina.

L'altra aspecte important del prototipus és la finalitat de facilitar l'accessibilitat i permetre una còmoda visió de les dades. Per aquest motiu s'han utilitzat un colors agradables sense contrastos forts i combinats d'una forma adequada.

4.4.2 Pàgines de la interfície

En aquest apartat s'ofereix una mostra gràfica de les diferents pantalles que conformen la interfície, segons l'estructura i nomenclatura definida en els apartats previs.

S'ha utilitzat l'eina Web Creator Pro 6⁵ per realitzar d'una manera ràpida i fàcil el prototip gràfic de les diferents pàgines que inclou la interfície, on l'usuari pot navegar i veure les diferents accions al seu abast.

Qualsevol usuari que vulgui accedir a la gestió del hivernacle ha d'accedir mitjançant la pantalla inicial on apareix una petita descripció del hivernacle. Si ha d'accedir a les diferents opcions, primer cal identificar-se mitjançant la el seu codi d'usuari i paraula clau.

⁵ Web Creator Pro 6 – LMSOFT – www.lmssoft.com/es

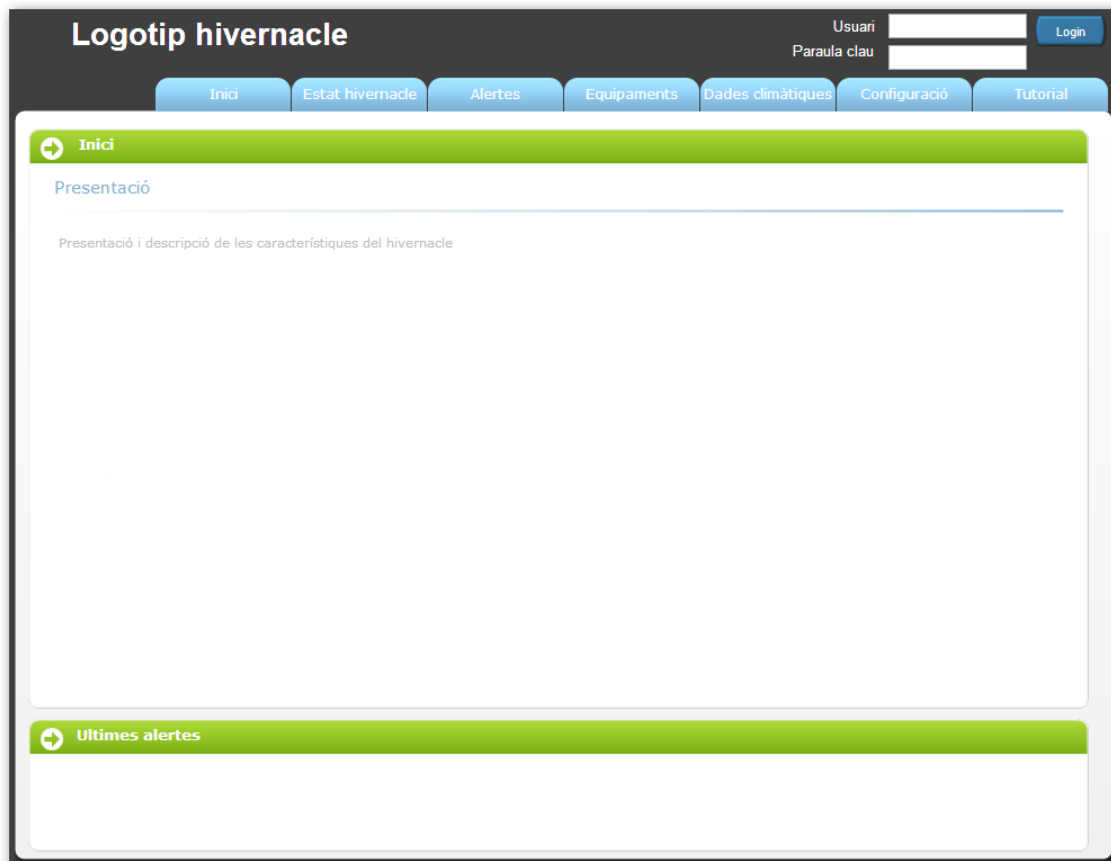


Figura 27 – Pàgina inicial

4.4.2.1 Pàgina principal

Com el seu nou indica, és la pagina principal on tot els usuaris accediran quant volen realitzar qualsevol gestió del hivernacle després d'identificar-se com usuaris del sistema.

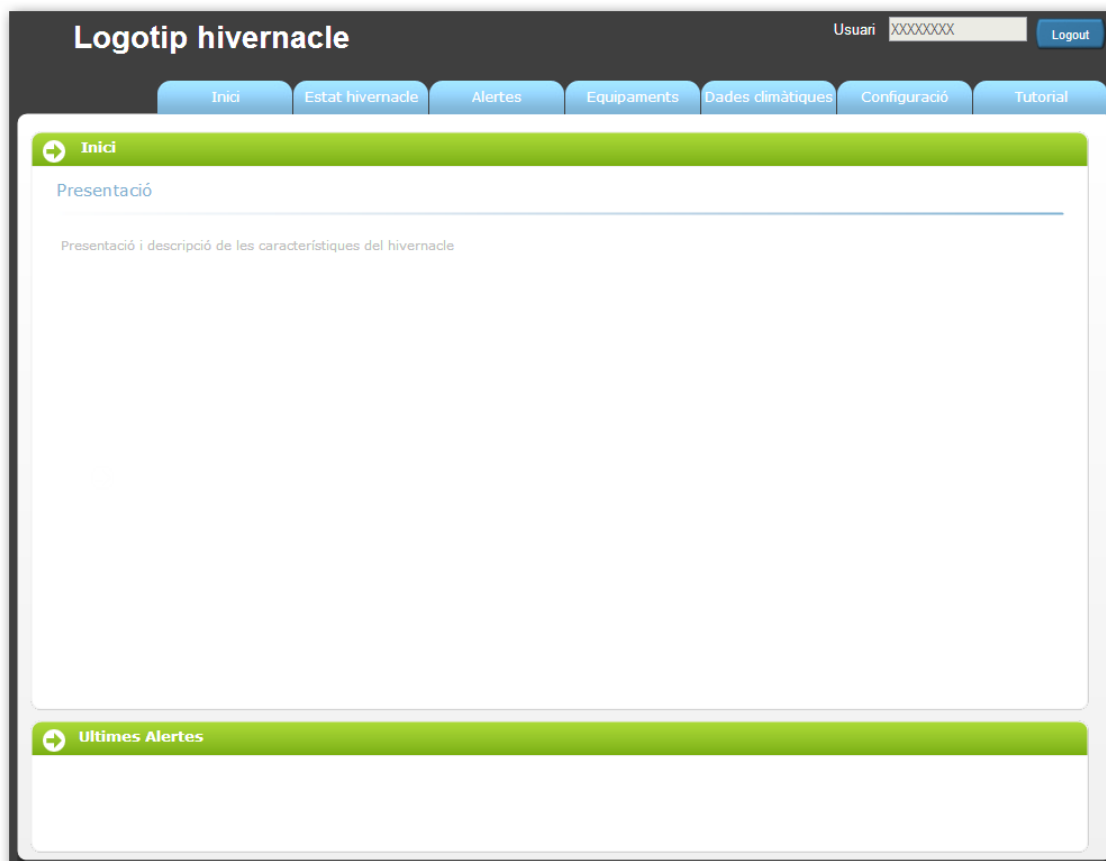


Figura 28 – Pàgina principal

4.4.2.2 Pàgina estat hivernacle

Un dels punts importants d'aquesta interfície i comentant en punts anteriors, és la necessitat de disposar en temps real de la informació dels quatre factors climàtics: temperatura, humitat relativa, il·luminació i nivell de CO₂. Aquesta pàgina com mostra la figura 29, permet veure gràficament el nivell d'aquest quatre factors més un conjunt d'estats, on/off en funció del seu color, dels diferents equipaments del hivernacle. En el cas que l'usuari vulgues interactuar amb algun equipament, polsant al equipament desitjat accedirà a la pàgina d'equipaments.

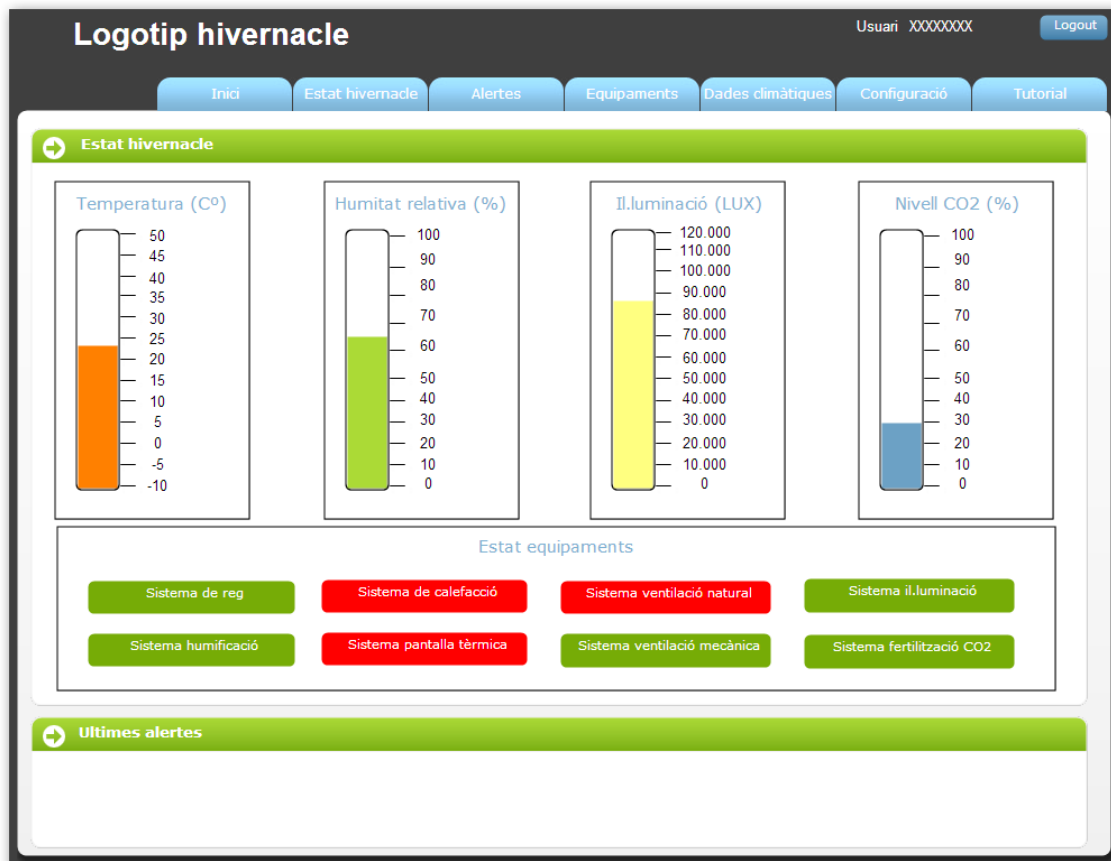


Figura 29 – Pàgina estat hivernacle

4.4.2.3 Pàgina alertes

Una de les particularitats de l'automatització del hivernacle és la generació d'alertes produïdes per situacions fora dels rangs delimitats del bon funcionament del hivernacle. Aquesta pàgina permet consultar l'historial de totes les alertes que s'han produït en funció de diversos criteris de cercar.

Logotip hivernacle Usuari: XXXXXXXX [Logout](#)

[Inici](#) | [Estat hivernacle](#) | [Alertes](#) | [Equipaments](#) | [Dades climàtiques](#) | [Configuració](#) | [Tutorial](#)

Alertes

Període: Des de Fins Tipus alerta [Cercar](#) [Imprimir](#) [Exportar](#)

Data	Hora	Tipus	Descripció
2012/12/04	16:00:10	Nivell CO2	Superat límit màxim de Nivell CO2. Nivell actual 34 límit màxim 33
2012/12/12	18:00:10	Humitat	Superat límit mínim de Humitat Relativa. Nivell actual 19 límit mínim 20
2012/12/15	08:30:10	Temperatura	Superat límit mínim de Temperatura. Nivell actual 16 límit mínim 18

Últimes Alertes

Figura 30 – Pàgina alertes

4.4.2.4 Pàgina equipaments

Aquesta pàgina permet als usuaris tota la gestió dels diferents equipaments del hivernacle. Com mostra la figura 31, l'usuari pot activar o desactivar l'equipament segons els seus paràmetres i la seva planificació.

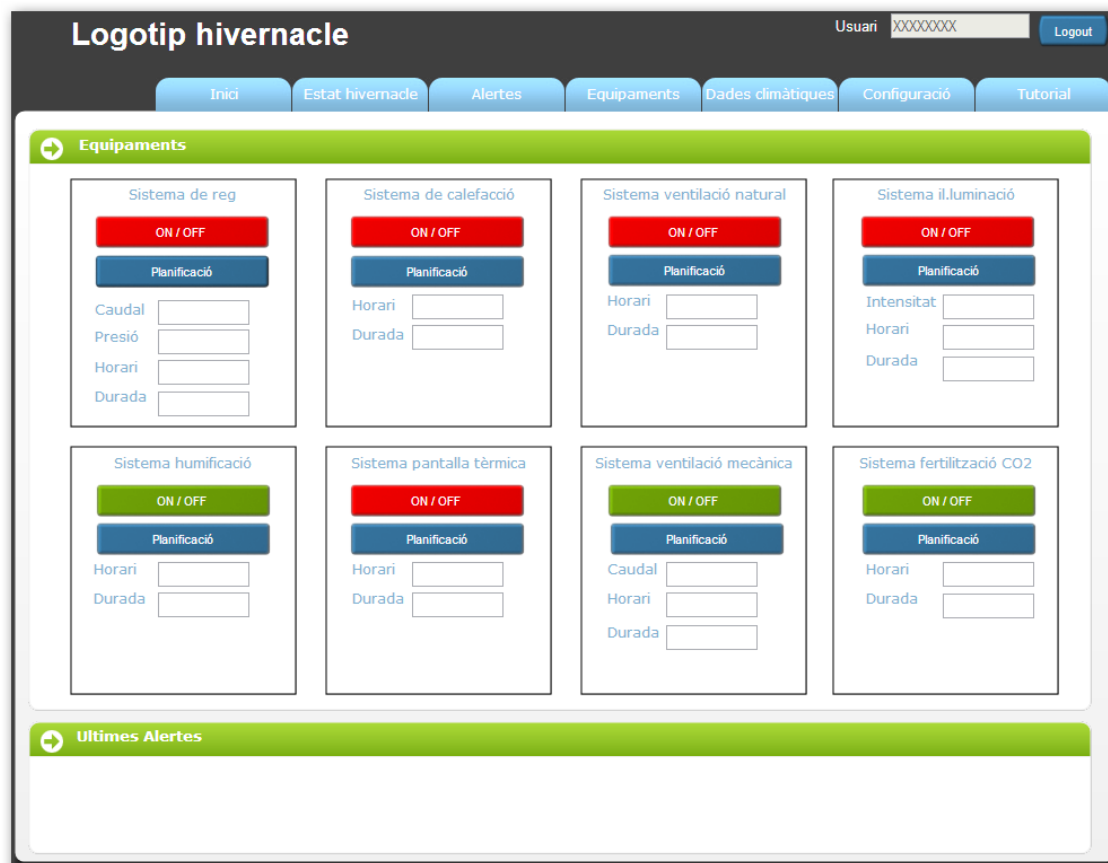


Figura 31 – Pàgina equipaments

4.4.2.5 Pàgina dades climàtiques

Una de les necessitats en la gestió del hivernacle és disposar d'un històric de les dades climàtiques per veure l'evolució d'aquests valors. Aquesta pàgina permet consultar els valors mitjançant els criteris marcats per l'usuari. La pàgina disposa de dos seccions, la primera mostra les dades numèriques i la segona mostra en forma gràfica aquests valors numèrics.

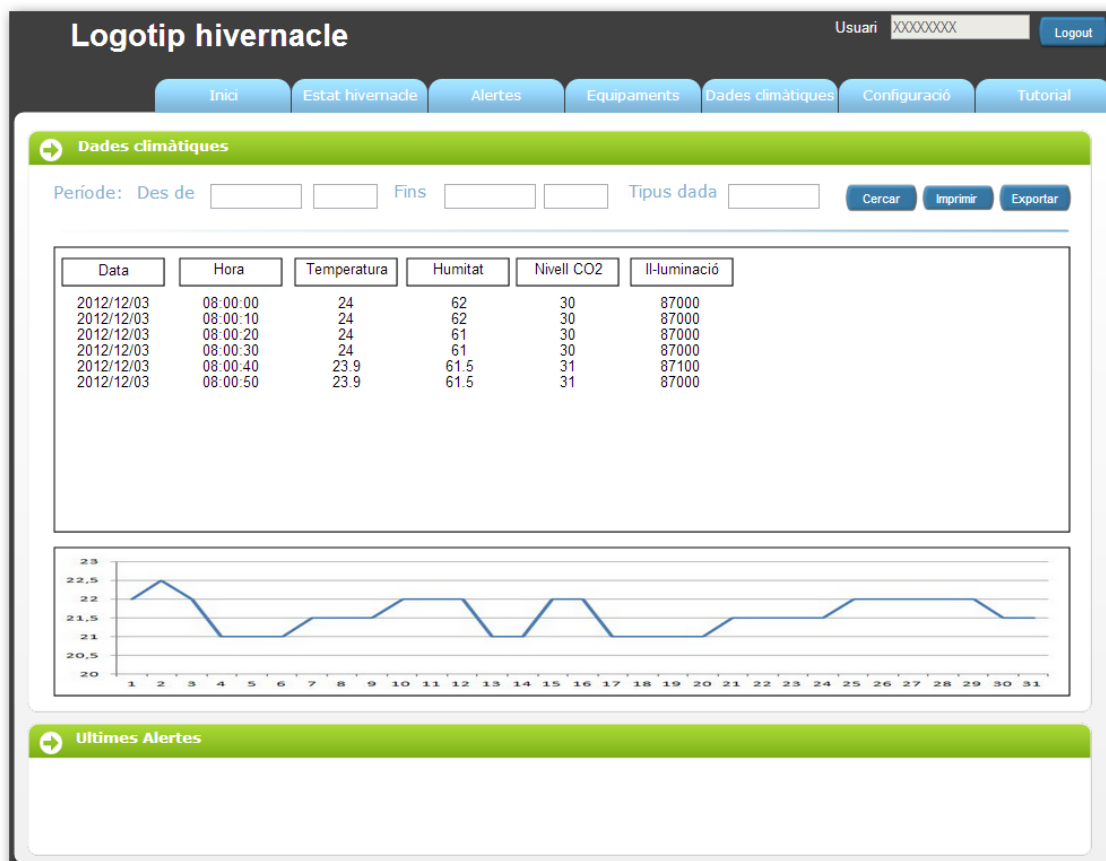


Figura 32 – Pàgina dades climàtiques

4.4.2.6 Pàgina configuració usuaris

En aquesta pàgina permet als usuaris administradors la gestió de tots els usuaris vinculats al sistema. La pàgina dona la possibilitat de realitzar altes, baixes, modificacions i consultes de les dades d'usuari en funció de diferents criteris. La figura 33, 34, 35 i 36 mostren l'aspecte de la pàgina i de les finestres emergents respectivament.

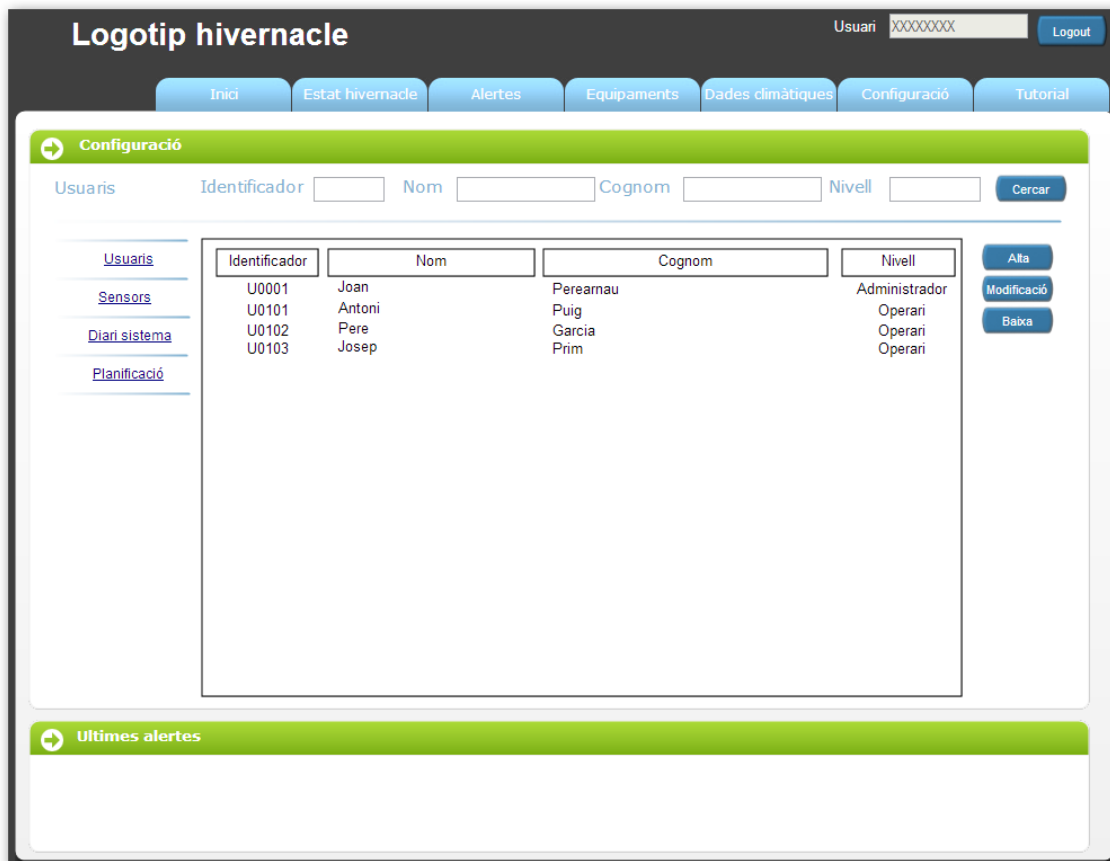


Figura 33 – Pàgina configuració usuaris

Alta usuari ✕

Nom

Cognom

Identificador

Nivell

Paraula clau

Alta Cancel·lar

Figura 34 – Pàgina configuració usuaris alta d'un usuari

Baixa usuari ✕

Nom

Cognom

Identificador

Nivell

Paraula clau

Baixa Cancel·lar

Figura 35 – Pàgina configuració usuaris baixa d'un usuari

Modificació usuari
✕

Nom	<input type="text"/>	<input type="button" value="Modificació"/> <input type="button" value="Cancel·lar"/>
Cognom	<input type="text"/>	
Identificador	<input type="text"/>	
Nivell	<input type="text"/>	
Paraula clau	<input type="text"/>	

Figura 36 – Pàgina configuració usuaris modificació d'un usuari

4.4.2.7 Pàgina configuració sensors

Una de les altres necessitats del hivernacle és disposar d'un catàleg de tots els sensors. La pàgina dóna la possibilitat de realitzar altes, baixes, modificacions i consultes de les dades dels sensors en funció de diferents criteris. La figura 37, 38, 39 i 40 mostren l'aspecte de la pàgina i de les finestres emergents respectivament.

Logotip hivernacle
Usuari: xxxxxxxx

Inici
Estat hivernacle
Alertes
Equipaments
Dades climàtiques
Configuració
Tutorial

➔ Configuració

Sensors

[Usuari](#)

[Sensors](#)

[Diari sistema](#)

[Planificació](#)

Identificador

Tipus

Ubicació

Cercar

Identificador	Tipus	Ubicació
0001	Temperatura	0103F7047E04
0002	Humitat	0004A32B54F2
0003	Humitat	0004A32B4325
0004	Humitat	0004A32B4819
0005	Humitat	0004A32B54B9
0006	Temperatura	0103F7047E05
0007	Temperatura	0103F7047E06
0008	Temperatura	0103F7047E07

➔ Ultimes Alertes

Figura 37 – Pàgina configuració sensors

Alta sensor ✕

Identificador

Tipus

Ubicació

Alta

Cancel·lar

Figura 38 – Pàgina configuració sensors alta d'un sensor

Baixa sensor ✕

Identificador

Tipus

Ubicació

Baixa

Cancel·lar

Figura 39 – Pàgina configuració sensors baixa d'un sensor

Modificació sensor ✕

Identificador

Tipus

Ubicació

Modificació

Cancel·lar

Figura 40 – Pàgina configuració sensors modificació d'un sensor

4.4.2.8 Pàgina configuració diari de sistema

La pàgina del diari del sistema permet als usuaris consulta tots els esdeveniments que s'han produït al sistema. Això inclou esdeveniments automàtics del propi sistema com esdeveniments generats per un usuari. L'usuari pot consultar les dades en funció de certs períodes de temps.

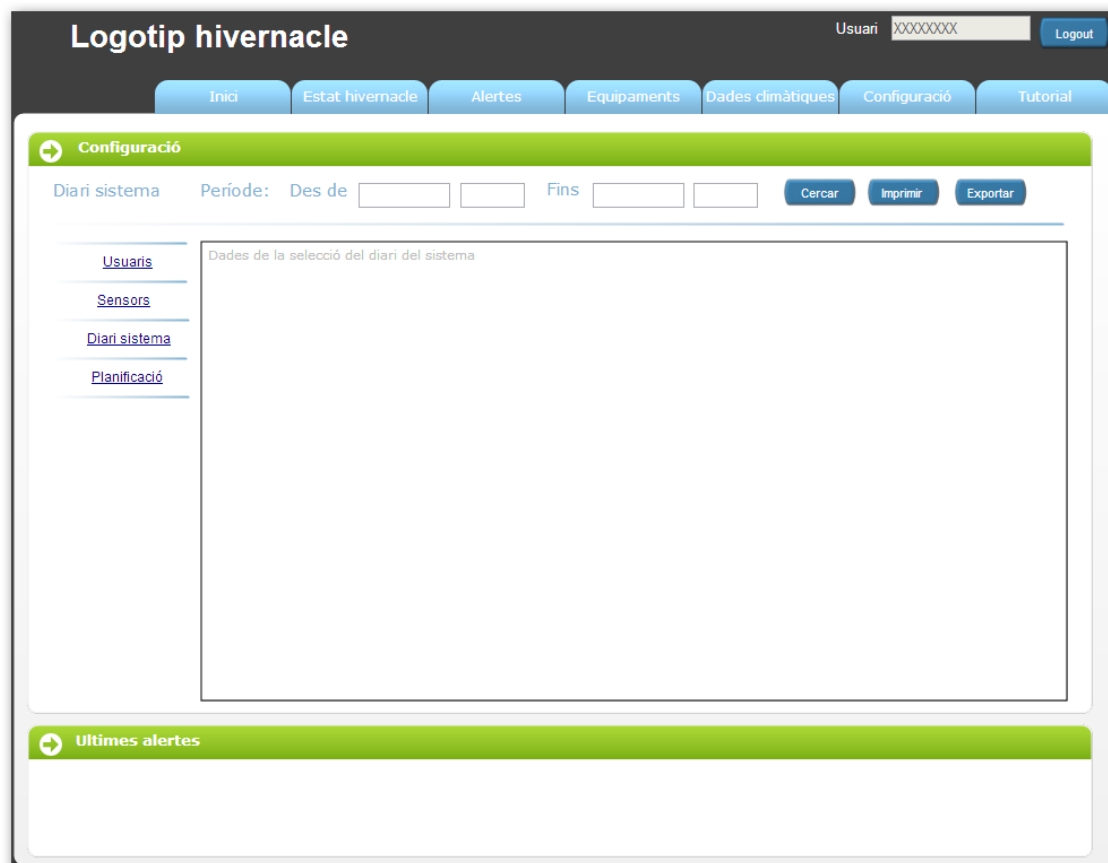


Figura 41 – Pàgina configuració diari del sistema

4.4.2.9 Pàgina configuració planificació

La pàgina de planificació, com indica el seu nom, permet realitzar planificacions de diferents tasques en funció de les necessitats del hivernacle mitjançant el calendari que mostra la pàgina.



Figura 42 – Pàgina configuració planificació

4.4.2.10 Pàgina tutorial

És molt convenient incloure un tutorial que exposi tot el contingut per orientar a l'usuari en la navegació per la interfície.

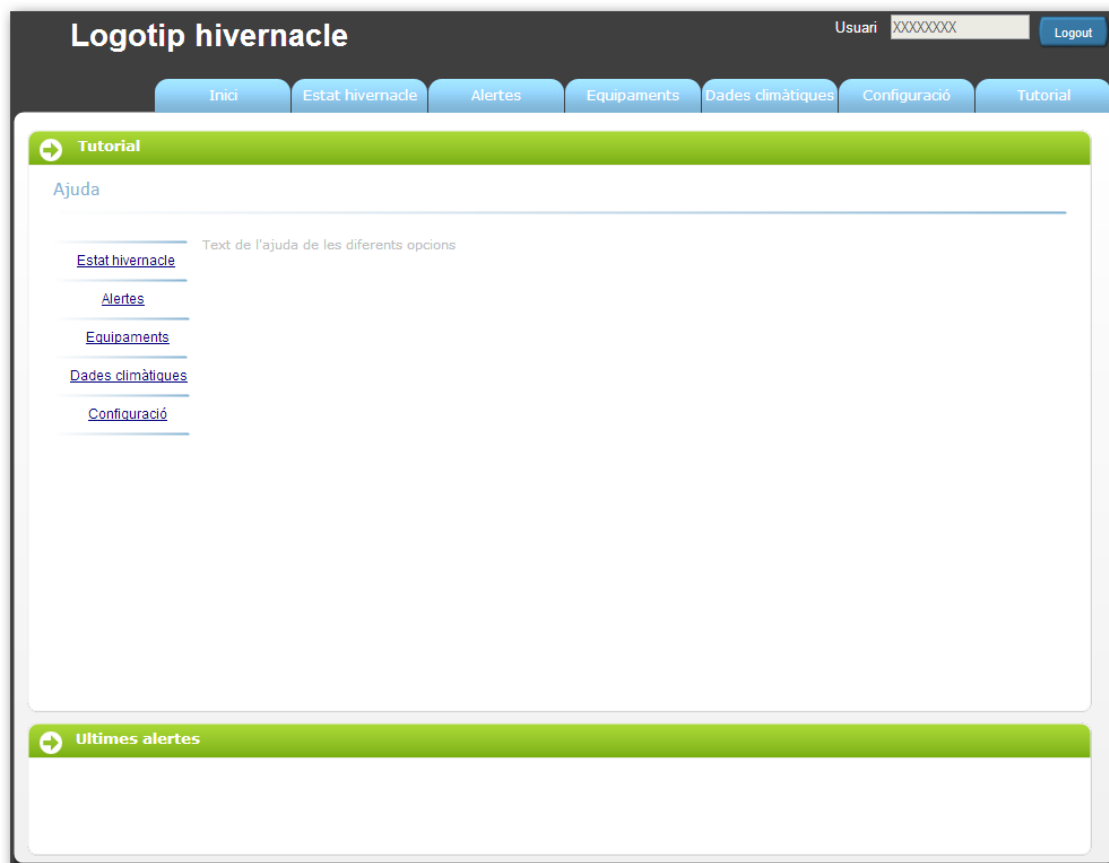


Figura 43 – Pàgina tutorial

5. Avaluació d'usabilitat

Una vegada realitzat el prototip, és necessari plantejar una avaluació basada en la valoració dels usuaris potencials de la interfície. En aquesta etapa és tracta d'obtenir la màxima informació de l'usabilitat de la interfície, segons les persones que intervinguin, les tasques que hi facin i l'entorn en el que el facin.

Un cop obtinguda aquesta informació, cal comprovar que el sistema permet fer les tasques o accions per les quals s'ha desenvolupat, quin és l'efecte que produeix la interfície a l'usuari i detectar els possibles problemes o mancances del prototip.

Per realitzar una avaluació adient del prototip, s'han triat dos mètodes d'avaluació:

- **Pensant en veu alta** (*Thinking aloud*): És demana a un usuari realitzar una sèrie de tasques i es recullen les observacions del propi usuari com les pròpies observacions del modelador de prova. Aquesta prova és realitza a un sol usuari
- **Observar la interacció de l'usuari**: Com el seu nom indica, cal observar la interacció de l'usuari amb el prototip. Per realitzar l'observació, cal seleccionar un grup de persones perquè utilitzin la interfície mentre és fa una observació directa de com es desenvolupa i prenen nota dels possibles problemes, dubtes, suggeriments, etc. Per realitzar la interacció amb el prototip és facilitarà una llista de tasques a l'usuari que haurà de seguir punt per punt, més un formulari de valoració del prototip per cada usuari realitzarà la prova.

5.1 Planificació avaluació

Per realitzar l'avaluació s'hauran de tenir en compte un conjunt d'aspectes importants per obtenir una bona base de informació del funcionament de la interfície.

El primer aspecte, és la necessitat de desplaçar-se a la localitat on esta ubicat el hivernacle per realitzar les corresponents avaluacions. En aquest cas, cal desplaçar-se a localitat de Torres de Segre.

El segon aspecte, és realitzar una tria de les persones que realitzaran l'avaluació amb el prototip. Les persones vinculades a l'avaluació han de ser usuaris que utilitzaran la interfície. Per aquest motiu s'han triat els mateixos perfils d'usuaris que es van seleccionar en l'estudi inicial del treball, és a dir tres persones, un operari, el tècnic de l'exploració i el propietari de l'exploració.

El tercer aspecte, és realitzar una llista de les diferents tasques que cal realitzar durant la prova d'avaluació cada una de les persones vinculades a l'avaluació.

El quart aspecte, és determinar el temps, material per realitzar la prova i una petita explicació de la prova a realitzar. El temps individual estimat per

realitzar la prova esta limitat a 25 minuts. L'avaluació és realitzarà mitjançant la utilització un ordinador portàtil on l'usuari podrà interactuar amb el prototip. Abans de realitzar la prova es llegeix la llista de tasques per aclarir qualsevol dubte de les diferents accions que ha de realitzar l'usuari amb l'ordinador portàtil.

L'últim aspecte, és l'obtenció d'un informe de resultats de les diferents tasques.

5.2 Selecció de tasques

Com s'ha indicat anteriorment, cal proposar als usuaris que realitzin un conjunt de tasques amb el prototip sota la supervisió de l'avaluador que observarà l'actitud de cada usuari i els errors o problemes que puguin sorgir durant el temps que tarda en realitzar-les.

La següent llista mostra les tasques principals que cal realitzar individualment per avaluar la interfície i que donen una visió global d'aquesta:

- **Tasca 1:** Accedir a la interfície mitjançant la identificació d'usuari i la paraula clau
- **Tasca 2:** Accedir al menú Estat hivernacle i consultar les dades climàtiques. Un cop consultades, cal pitjar el icona corresponent al sistema de ventilació mecànica. Després d'accedir als equipaments, cal pitjar el icona on/off associat al sistema de ventilació mecànica
- **Tasca 3:** Entrar en el menú d'alertes, triar un període de dates i cercar les dades d'alertes. Posteriorment afegir als criteris de selecció un tipus d'alerta i cercar les noves dades
- **Tasca 4:** Entrar en el menú de dades climàtiques, triar un període de dates i cercar les dades climàtiques. Un cop realitzada la consulta cal extreure la mateixa informació per la impressora.
- **Tasca 5:** Accedir al menú d'equipaments i fe un canvi de l'hora i durada del sistema de pantalla tèrmica
- **Tasca 6:** Entrar al menú de configuració i triar l'opció d'usuaris. Sense informar cap criteri de selecció és consulta tota la llista d'usuaris del sistema. Per sol·licitar l'alta d'un nou usuari, cal pitjar el icona d'alta i informar tots els camps de la finestra emergent. Un cop informades totes les dades, cal tornar a pitjar el icona d'alta per consolidar-la
- **Tasca 7:** Entrar en el menú tutorial i fer diverses consultes

La realització de la prova esta associada a un conjunt d'objectius que han de permetre a l'avaluador obtenir una visió exacta des de el punt de vista de l'usuari respecte el prototip avaluat.

El primer objectiu és avaluar les principals funcionalitats més destacades i obtenir-ne dades d'eficàcia, eficiència i satisfacció.

El segon objectiu, és trobar possibles errors i problemes que puguin sorgir durant les proves que realitzarà l'usuari amb el prototip.

Un tercer objectiu, és obtenir mitjançant l'observació de las respostes de l'usuari amb el prototip dels principals aspectes vinculats amb l'usabilitat, disseny, aprenentatge i accessibilitat.

L'últim objectiu, és observar si cal afegir noves funcionalitats al prototip i recollir els comentaris i suggeriments de l'usuari durant la realització de la prova.

5.3 Informe resultat avaluació

L'informe de resultats esta dividit en dues parts diferenciades.

La primera part ha d'incloure totes les observacions percebudes per la persona encarregada de realitzar l'observació, en aquesta avaluació la funció d'observació solament la realitzaré jo. L'informe ha d'incloure els dubtes, dificultats i altres aspectes que s'han detectat en cada un dels usuaris avaluats, indicant especialment els aspectes que s'han detectat en més d'una persona. La taula 44 mostra l'aspecte del formulari on l'observador anirà anotant les observacions durant la prova de la interacció de l'usuari amb la interfície.

Usuari:		Temps:
Categoria	Tasca	Observacions
Usabilitat	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	
Disseny	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	
Accessibilitat	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	

Aprentatge	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	
Observacions:		

Taula 44 – Formulari observacions interacció usuari / interfície

El formulari d'observacions, com mostra la taula 44, esta dividida en quatre aspectes importants que permetran donar una visió curiosa del prototip. La primera fa referència a l'usabilitat del prototip, la segona esta relacionada amb el disseny de les diferents pàgines, la tercera esta associada a la accessibilitat i l'última esta relacionada amb l'aprenentatge de l'usuari.

La segona part de l'informe de resultats, taula 45, inclou el resultat de demanar a cada usuari que ha realitzat la prova que qualifiqui la seva impressió de cada una de les tasques, responen un petit qüestionari que inclou preguntes obertes on cal que l'usuari doni la seva opinió i preguntes tancades on cal triar alguna de les opcions proposades. També s'inclouen varies preguntes on cal exposar els possibles errors que s'han trobat durant la prova, els aspectes que li han agradat i els que no, i les millores que es podrien afegir a la interfície.

Usuari:	Tasca:
Pregunta	Resposta
Existeix coherència entre el títol i el contingut	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Saps sempre on ets	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Les pàgines disposen d'una descripció o títol	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
El llenguatge és fàcil d'entendre	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Es pot retornar a la pàgina anterior	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Es pot canviar de pàgina de forma senzilla	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Els enllaços estan ben senyalitzats	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Hi ha massa volum de informació	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Els colors son agradables	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
El disseny dels icones és comprensible	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
La descripció de les diferents opcions del menú son correctes	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Has utilitzat l'ajuda per finalitzar la tasca	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Creus que esta ben organitzada la informació	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Creus que es fàcil de navegar	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Ha estat fàcil completar la tasca	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Ha sorgit algun error	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Si ha sorgit algun error el missatge és comprensible	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Quin missatge d'error a sorgit	

Quina és la facilitat d'ús de la tasca	<input type="checkbox"/> Molt fàcil <input type="checkbox"/> Fàcil <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Difícil <input type="checkbox"/> Molt difícil
Quin grau de satisfacció et mereix la tasca	<input type="checkbox"/> Molt alt <input type="checkbox"/> Alt <input type="checkbox"/> Mitja <input type="checkbox"/> Baix <input type="checkbox"/> Molt baix
Que més t'ha agradat	
Que menys t'ha agradat	
Caldria afegir algun millora	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Si cal afegir alguna millora, descriu-la	

Taula 45 – Formulari opinió usuari

5.4 Premisses de l'avaluació

Un cop s'han triat els usuaris i avanç de realitzar l'avaluació, tots els usuaris han de seguir un conjunt d'instruccions per realitzar la prova:

- La durada de la prova serà de 25 minuts
- Durant la prova es pot consultar qualsevol dubte sempre que sigui necessari
- Les tasques a realitzar són les relacionades a l'apartat anterior, i s'han lliurat en un formulari a l'usuari
- Al finalitzar cada tasca és demanarà a l'usuari la seva valoració global de 1 a 10 segons els seu criteri personal
- L'avaluador registrarà el temps trigat en l'avaluació de cada tasca

5.5 Resultat de l'avaluació

Després de realitzar-se la prova d'avaluació del prototip, cal estudiar totes les dades obtingudes, per establir quin és el grau d'usabilitat i el grau d'accés per l'usuari. El resum dels resultats obtinguts son els següents:

- Totes les tasques s'han realitzat sense cap tipus de problema durant l'avaluació
- Cada una de les tasques s'han realitzat amb poc temps
- Els usuaris han qualificat en general les diferents tasques com intuïtives i lògiques
- Les diferents opcions i accions son fàcils de trobat i d'accedir

5.6 Anàlisis de resultats

Amb tots els resultats obtinguts de les proves d'avaluació mitjançant el mètode Thinking Aloud i el mètode d'observació de la interacció de l'usuari, s'obtenen les següents conclusions categoritzant segons quatre aspectes importants: la usabilitat, el disseny, l'accessibilitat i l'aprenentatge:

- Usabilitat

Els usuaris que han realitzat l'avaluació, segons els seus criteris, consideren que el prototip és de fàcil utilització, des de el primer moment de l'avaluació tots els usuaris han pogut treballar, s'ha observat que cada vegada realitzaven les tasques més ràpid i el intercanvi de informació entre maquina i usuari és fluid.

De l'anàlisi dels resultats obtinguts de les proves d'avaluació, també s'han obtingut un conjunt de suggeriments per millorar l'usabilitat del prototip. Els dos suggeriments o millores plantejades per els usuaris estan vinculats a la millora del prototip:

- Una de les particularitat de la pàgina de l'estat del hivernacle, és disposar de la informació de les dades climàtiques en temps real. Els usuaris consideren que una millora, és afegir en forma de gràfica els últims valors climàtics. L'idea és disposar d'aquesta informació a la pàgina de l'estat del hivernacle com la informació climàtica en forma de gràfica de la pàgina de les dades climàtiques però d'un període molt concret de les ultimes 24 hores
- La pàgina de l'estat del hivernacle inclou un conjunt d'icones que en funció del seu color ens permet saber quins equipaments estan actius. Si és pitja algun d'aquest icones, s'accedeix a la pàgina on hi ha totes les dades de configuració dels equipaments. L'usuari veu més eficient que en cas de pitjar algun d'aquests icones, caldria mostrar una finestra emergent amb l'única informació de la configuració de l'equipament que s'ha triat

- Disseny

Respecte al disseny de la interfície després de l'avaluació i segons els criteris dels usuaris, consideren que no cal afegir canvis en el disseny, troben correcta la disposició dels diferents icones i la ubicació de les diferents pestanyes. Respecte als aspectes visuals com el color i el tipus de lletra consideren que és l'apropiat

- Accessibilitat

Un aspecte important que els usuaris han remarcat, es el fet de disposar de la selecció de les diferents accions mitjançant les pestanyes permet donar una versatilitat i agilitat a les diferents accions que es poden realitzar a la interfície.

Un segon aspecte també important, és la utilització d'un llenguatge senzill sense tecnicismes que facilita el seu ús sense provocar confusions.

Altres aspectes important de l'avaluació de l'usuari son la utilització mínima de finestres emergents, la no utilització de colors estridents

ni de sons que puguin molestar i desorientar a l'usuari. Tots aquests aspectes han proporcionat a l'usuari un grau important de comoditat durant l'avaluació de la interfície

- **Aprenentatge**
Com s'ha indicat anteriorment, s'ha observat que cada vegada les tasques de la prova és realitzaven més ràpid. Han recalcat als qüestionaris que la interfície és senzilla, amb la informació ben estructurada i sense un volum massa alta de informació. Aquests aspectes fan que l'aprenentatge sigui fàcil i l'usuari no necessiti accedir a l'ajuda per finalitzar qualsevol tasca

6. Disseny final

La finalitat en aquesta etapa és obtenir un disseny final de la interfície del hivernacle.

Aquest disseny final a d'incloure la correcció dels diferents errors que s'han documentat durant les proves d'avaluació, més alguns dels suggeriments aportats per els usuaris. Qualsevol suggeriment, implica analitzar i sospesar si realment incloure'l implica un benefici a la interfície.

6.1 Suggeriments

Durant la fase de l'avaluació han sorgit dos suggeriments per millorar les prestacions de la interfície que no impliquen modificacions en el disseny conceptual sinó que impliquen uns canvis en el disseny gràfic d'alguna pàgina, la lògica d'alguns enllaços i afegir més finestres emergents.

6.1.1 Canvi disseny pàgina estat del hivernacle

Un dels aspectes que s'han recalcat durant la fase d'avaluació, és la necessitat de disposar en aquesta pagina la màxima informació en temps real associada als factors climàtics del hivernacle. Un dels aspectes suggerits és afegir a la pàgina els últims valors climàtics de les ultimes 24 hores en forma gràfica. Aquest forma de representar les dades permet donar una visió global dels possibles canvis que s'han produït al hivernacle.

El resultat d'aplicar el canvi al disseny de la pàgina implica un conjunt de canvis a la pàgina de l'estat del hivernacle. Aquest canvis son els següents:

- Reducció la grandària dels quatre blocs vinculats a les dades climàtiques
- Redistribució, reducció, desplaçament el bloc de l'estat dels equipaments i alinear-se amb els quatre blocs vinculats a les dades climàtiques
- S'ha afegit un nou bloc en la part final del cos de la pàgina, que inclou la visió gràfica dels diferents nivells dels quatre factors climàtics de les ultimes 24 hores

La figura 46 mostra l'aspecte de la pàgina amb els canvis indicats.

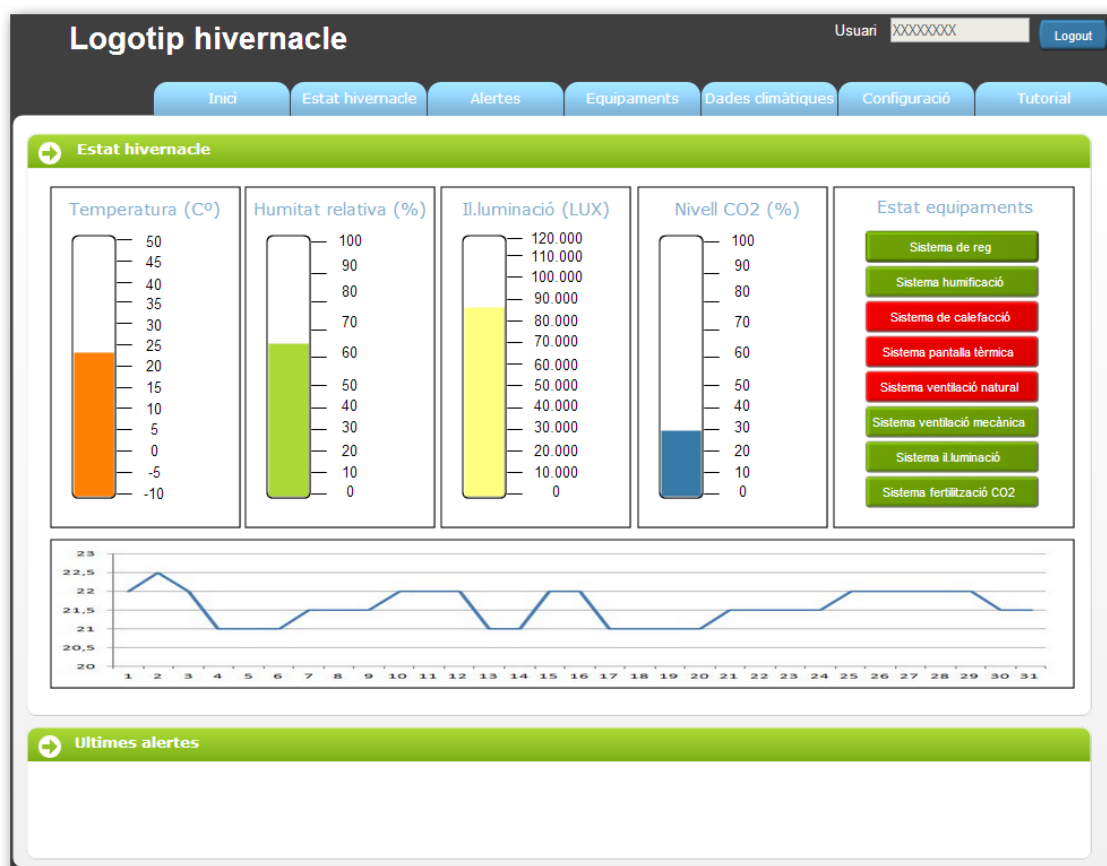


Figura 46 – Pàgina estat hivernacle

6.1.2 Afegir finestres emergents pàgina estat del hivernacle

Un altre aspecte important comentat durant la fase d'avaluació, és la millora d'accés a les dades de configuració dels diferents sistemes alhora de pitjar un icona vinculat a l'estat dels equipaments des de la pàgina de l'estat del hivernacle. Alguns usuaris veuen més eficient que en cas de pitjar algun d'aquests icones, aparegui una finestra emergent amb l'única informació de la configuració de l'equipament que s'ha triat consultar.

El resultat d'aplicar el canvi al disseny de la pàgina no implica cap canvi en el disseny de pàgina de l'estat hivernacle, aquest canvis implica definir un conjunt de noves finestres emergents per cada un dels sistemes vinculats al hivernacle.

Les següents figures 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53 i 54 respectivament mostren l'aspecte de cada una de les vuit finestres emergents vinculades a cada un dels sistemes del hivernacle.

La finestra emergent del sistema de reg, dona la possibilitat a l'usuari de gestionar el reg automàticament i manualment. El sistema automàtic es gestionarà mitjançant l'opció Planificació on l'usuari mitjançant un calendari i les dades vinculades al reg, configurarà l'automatisme de reg. Les accions manuals és poden gestionar des de aquesta finestra emergent, arrancant o aturant el reg, controlar el caudal i pressió de l'aigua i planificar d'una manera temporal el sistema mitjançant els camps de horari i durada del reg.



Figura 47 – Finestra emergent sistema de reg

El sistema de humificació, igual que el sistema de reg, dóna la possibilitat a l'usuari de gestionar el sistema de dues maneres, automàticament i manualment. Per accedir a la configuració automàtica cal pitjar el icona de planificació on l'usuari accedirà a un calendari i els paràmetres vinculats amb el sistema. La gestió manual és realitzarà des de aquesta finestra mitjançant els icones d'arrencada i aturada del sistema, i mitjançant els camps de horari i durada, per una planificació temporal del sistema de humificació.



Figura 48 – Finestra emergent sistema humificació

La finestra emergent del sistema de calefacció, com el seu nom indica, dóna la possibilitat a l'usuari de gestionar la calefacció automàticament i manualment. El sistema automàtic es gestionarà mitjançant l'opció Planificació on l'usuari mitjançant un calendari i les dades vinculades a la calefacció, configurarà l'automatisme. La gestió manual és pot realitzar des de aquesta finestra emergent, arrancant o aturant la calefacció i, planificar d'una manera temporal el sistema mitjançant els camps de horari i durada.

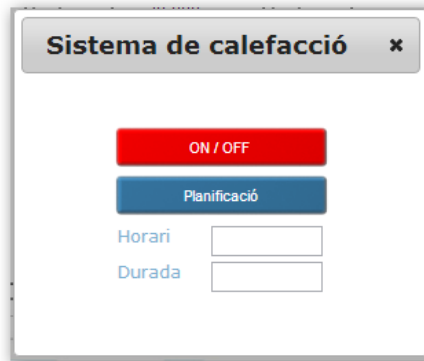


Figura 49 – Finestra emergent sistema de calefacció

El mecanisme de pantalla tèrmica, igual que els altres sistemes, dóna la possibilitat a l'usuari de gestionar el sistema de dues maneres, automàticament i manualment. Per accedir a la configuració automàtica cal pitjar el icona de planificació on l'usuari accedirà a un calendari i els paràmetres vinculats amb el sistema. La gestió manual és realitzarà des de aquesta finestra mitjançant els icones d'arrencada i aturada del sistema, i mitjançant els camps de horari i durada, per una planificació temporal del sistema.

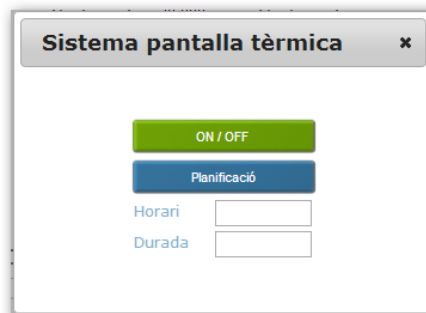


Figura 50 – Finestra emergent sistema pantalla tèrmica

El mecanisme de ventilació manual dóna la possibilitat a l'usuari de gestionar el sistema de dues maneres, automàticament i manualment. Per accedir a la configuració automàtica cal pitjar el icona de planificació on l'usuari accedirà a un calendari i els paràmetres vinculats amb el sistema. La gestió manual és realitzarà des de aquesta finestra mitjançant els icones d'arrencada i aturada del sistema, i mitjançant els camps de horari i durada, per una planificació temporal del sistema.

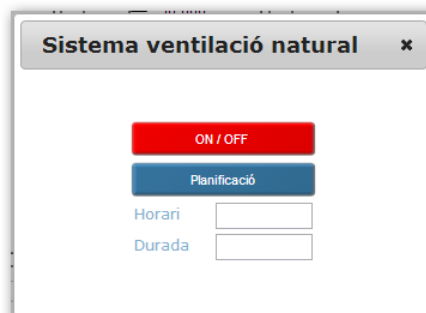


Figura 51 – Finestra emergent sistema ventilació natural

La finestra emergent del sistema de ventilació mecànica, dóna la possibilitat a l'usuari de gestionar aquest tipus de ventilació de forma automàtica i manual. El sistema automàtic es gestionarà mitjançant l'opció Planificació on l'usuari mitjançant un calendari i les dades vinculades al sistema de ventilació, configurarà l'automatisme. Les accions manuals és poden gestionar des de aquesta finestra emergent, arrancant o aturant la ventilació mecànica, controlar el caudal d'aire i planificar d'una manera temporal el sistema mitjançant els camps de horari i durada.

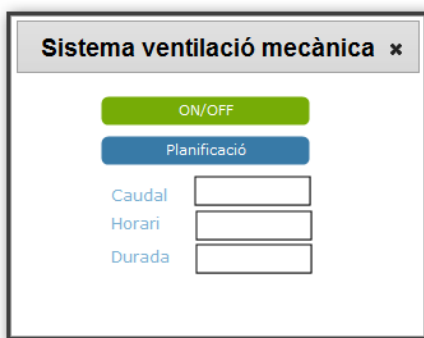


Figura 52 – Finestra emergent sistema ventilació mecànica

El sistema de il·luminació, permet a l'usuari de gestionar el sistema de forma automàtica i manual. El sistema automàtic es gestionarà mitjançant l'opció Planificació on l'usuari mitjançant un calendari i les dades vinculades a la il·luminació, configurarà l'automatisme. Les accions manuals és poden gestionar des de aquesta finestra emergent, arrancant o aturant el sistema, controlar la intensitat i planificar d'una manera temporal el sistema mitjançant els camps de horari i durada.



Figura 53 – Finestra emergent sistema il·luminació

La finestra emergent del sistema de fertilització CO₂, com el seu nom indica, dóna la possibilitat a l'usuari de gestionar el sistema automàticament i manualment. El sistema automàtic es gestionarà mitjançant l'opció Planificació on l'usuari mitjançant un calendari i les dades vinculades al mecanisme de fertilització. La gestió manual és pot realitzar des de aquesta finestra emergent, arrancant o aturant el sistema i, planificar d'una manera temporal el sistema mitjançant els camps de horari i durada.

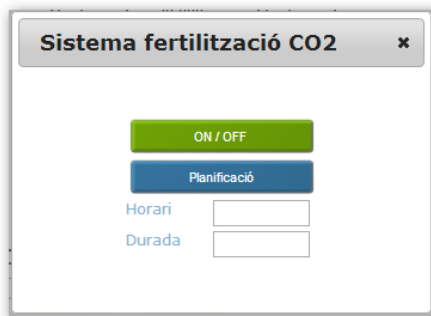


Figura 54 – Finestra emergent sistema fertilització CO₂

7. Conclusions

En els darrers anys, a diferents sectors empresarials hi ha el interès d'implantar noves tecnologies productives mitjançant solucions tecnològiques amb la implantació de xarxes de sensors, sensors sense fils i dispositius de comunicació. Un dels sectors amb més recorregut en aplicar noves solucions tecnològiques és el sector agrícola, especialment a la producció de cultius en hivernacle.

El principal objectiu d'aquest projecte és donar una solució a les persones que treballen en un hivernacle, proposant, dissenyant i desenvolupant una interfície d'usuari que doni accés en temps real a tota la gestió d'un hivernacle domotitzat.

El primer aspecte important d'aquest projecte, és el fet de haver basat tot l'estudi mitjançant el Disseny Centrat en l'Usuari amb la finalitat de millorar la relació interactiva entre les persones i la tecnologia, amb la condició que ha de ser l'usuari, per sobre de la resta de factors, qui guï i condueixi tot el procés.

El Disseny Centrat en l'Usuari és una manera de planificar, de gestionar i de dur a terme un projecte de creació, de millora i d'implementació segons el qual qualsevol activitat de disseny ha de tenir en compte l'usuari a qui es dissenya més els contextos d'ús. Utilitzant aquesta premissa, aquest projecte s'ha dividit en quatre etapes.

En la primera etapa s'ha realitzat un anàlisi del mercat per detallar quina és la evolució que s'ha produït i la situació actual del mercat, cercant sistemes semblants, detallant les seves virtuts i deficiències. Un altre aspecte important que s'ha tractat en aquesta etapa és el context d'ús de la interfície, observant a l'usuari en el seu context natural. Finalment, amb les dades obtingudes durant aquesta etapa, s'ha realitzat un anàlisi previ de les necessitats.

En la segona etapa, s'han realitzat una investigació i anàlisi dels factors climàtics, les rutines i tasques diàries, els equipaments i els usuaris vinculats amb hivernacle. Amb tota aquesta informació, s'ha realitzat el disseny conceptual que inclou els perfils d'usuaris i els personatges que intervenen al disseny. L'últim pas d'aquesta etapa és el disseny del prototip on s'han aplicat metodologies com del Card Sorting per obtenir les diferents seccions temàtiques de la interfície, el disseny d'escenaris i el disseny dels fluxos d'interacció.

En la tercera etapa, l'usuari s'ha encarregat d'avaluar el prototip, amb l'objectiu de donar el seu punt de vista respecte l'usabilitat, el disseny, l'accessibilitat i aprenentatge del prototip.

En l'última etapa, s'han recollit i analitzat les dades de l'avaluació del prototip per saber quin és el efecte que produeix la interfície a l'usuari i per detectar possibles errors, mancances i millores del prototip.

Un altre aspecte important d'aquest projecte, és l'aplicació dels meus coneixements acadèmics adquirits a les assignatures de Interacció humana amb els ordinadors, Informàtica aplicada a la gestió, Fonaments de

programació, Tècniques de desenvolupament de programari, etc. que m'han permès aplicar de forma metòdica els coneixements, metodologies, tècniques i habilitats adquirides per planificar, gestionar i dur a terme aquest projecte interactiu des del vessant tecnològic i humà. Cal remarcar que la gestió i desenvolupament de projectes és una de les claus del desenvolupament professional dels enginyers i altres professionals de formació tècnica. Aquest projecte m'ha permet ampliar la meua formació tècnica en seguiment de projectes, aprofitar millor les eines disponibles, millorar la gestió de tasques i l'augment de les habilitats en la gestió de les persones

Per últim, aquest projecte és una aproximació a l'estudi de l'usabilitat i accessibilitat de la gestió d'un hivernacle domotitzat. Per aquest motiu i en clau de futur, si algú volgués continuar amb aquest projecte, el camí que caldria seguir és la incorporació al projecte de noves característiques tècniques vinculades als sistemes i sensors del hivernacle. Això implica aprofundir en aspectes més tècnics que caldria incloure en el prototip, implicant un nou redisseny i una nova avaluació del prototip.

dels aspectes més tècnics vinculats als sistemes i sensors del hivernacle.

8. Glossari

Accessibilitat: Característica de l'arquitectura, el transport i les tecnologies de la informació i comunicació (TIC) que permet que l'utilitzi qualsevol persona, independentment de la seva condició

Alerta: El terme fa referència a una situació de vigilància o atenció. Un estat o un senyal d'alerta és un avís perquè s'extremen les precaucions o s'incrementi la vigilància

Anàlisi: Mecanisme per identificar els components d'un tot, separar-los i examinar-los per aconseguir accedir als seus principis més elementals

Annex: És un document que està unit o que és propi d'una altra cosa i que amplien la informació sobre la mateixa

Arbre de continguts: Esquema o quadre en forma d'arbre que mostra les relacions entre els diferents continguts que ho conformen

Avaluació: Procés de recollida d'informació sobre la usabilitat d'un sistema en temes de tasques, usuaris i entorn per tal de millorar el sistema en desenvolupament o per a valorar-ne un de complert

Capçalera de pàgina: Part superior de la pàgina on hi ha ubicat dades importants

Card Sorting: Tècnica de categorització de continguts basada en l'observació de com els usuaris agrupen i associen entre si un nombre predeterminat de targetes etiquetades amb les diferents categories temàtiques del lloc web

Conclusions: Resolució que s'ha pres respecte una matèria o deducció al fet que s'ha arribat després del seu estudi o anàlisi

Configuració: Disposició de les parts que componen una cosa i li donen la seva peculiar forma i propietats annexes

Context: Conjunt de circumstàncies que envolten o condicionen un fet

Control: Comprovació o inspecció d'una cosa

Cos de pàgina: Part central o principal de la pàgina on hi ha ubicat dades importants

Diagrama: Representació gràfica on és mostren les relacions entre les diferents parts d'un conjunt

Disseny: Procés de desenvolupament d'una idea, d'un enginy o d'un sistema

Disseny centrat en l'usuari (DCU): Procés de disseny en què els usuaris són participants actius. D'aquesta manera, la interfície s'adequa a l'usuari en comptes de ser l'usuari el s'adequa a la interfície

Disseny conceptual: Procés de desenvolupament d'una idea, fase inicial

Dispositiu: Mecanisme dispost per produir una acció prevista

Domotització: Conjunt de sistemes, aplicacions electròniques i/o informàtiques, que automatitzen un espai

Eficiència: Capacitat per obtenir un fi mitjançant els millors mitjans possibles

Eina: Instrument que facilita dur a terme una determinada activitat

Empresa: Entitat integrada per el capital i el treball, com factors de la producció, i dedicada a activitats industrials, mercantils o prestació de serveis

Equipament: Conjunt d'instal·lacions i serveis necessaris per una activitat determinada

Escenari: Metodologia per definir i documentar les activitats típiques i significatives de les persones enfront un interfície

Estat de l'Art: S'encarrega de resumir i organitzar els resultats d'una investigació recent en una forma nova que integra i agrega claredat al treball en un camp específic

Estructura: Distribució i ordenació de les parts importants que componen un tot

Factor climàtic: Element, condicionant que contribueix a obtenir un resultat. En aquest cas vinculat al clima

Figura: Persona que destaca en alguna activitat

Gantt: Eina gràfica amb l'objectiu de mostrar el temps de dedicació previst per a diferents tasques o activitats al llarg d'un temps total determinat

Gestió: Conjunt de tràmits que és duen a terme per resoldre una assumpte

Gestor: Persona encarregada de la gestió

Hivernacle: Lloc preparat artificialment per cultivar plantes fora del seu àmbit i clima habitual

Humitat relativa: Quantitat de vapor d'aigua que hi ha a l'atmosfera

Icona: Representació pictòrica d'un objecte

Il·luminació: Quantitat de llum que entra o hi ha en un lloc determinat

Implantació: Establir i ficar en execució un conjunt tasques o practiques

Interacció: En tota acció podem trobar un subjecte, que és qui executa l'acció, i un objecte, que és qui rep l'acció. Si parlem d'interacció, el subjecte i l'objecte intercanvien els parers constantment

Interfície: Dispositiu que permet la connexió de dos elements entre sí, de manera que es pugui produir un intercanvi d'informació entre els dos

Interfície d'usuari: Part d'un dispositiu o una aplicació que permet a l'usuari interaccionar-hi

Intuïtiu: Fàcil de comprendre, que resulta fàcil entendre com funciona

Investigació: Estudi amb profunditat d'alguna matèria

Limitació: Establiment de límits

Mecanisme: Estructura interna que permet funcionar alguna cosa

Memòria: Exposició escrita d'un assumpte

Menú: Conjunt d'opcions mostrades en una pantalla on l'elecció d'una d'aquestes fa que l'estat del sistema canviï

Monitorització: Observar mitjançant aparells especials el curs d'un o varis paràmetres per detectar possibles anomalies

Nivell CO2: Grau en què és situa el diòxid de carboni respecte a l'escala de establerta

Objectiu: Finalitat d'una acció

Operari: Persona encarregat de les feines bàsiques

Ordinador: Part digital d'un sistema. Interactua amb l'usuari, que és la part analògica del sistema

Pàgina: Document ubicat en una xarxa informàtica, accessible mitjançant enllaços de hipertext

Perfil d'usuari: Conjunt de trets peculiar que caracteritzen a un usuari

Personatge: Cada una de les persones que intervenen en un esdeveniment

Peu de pàgina: Part inferior de la pàgina on hi ha ubicat dades importants

Planificació: Pla general, organitzat i freqüentment de gran amplitud, per obtenir un objectiu determinat

Propietari: Persona que té el dret de propietat sobre alguna cosa

Procés: Transformació d'unes dades d'entrada en unes de sortida

Productivitat: Relació entre el producte produït i els mitjans utilitzats

Programa: Conjunt unitari d'instruccions que permeten a un ordinador realitzar funcions diverses

Projecte: Conjunt d'escrits que és fan per donar idea de com ha de ser qualsevol treball avanç de la seva forma definitiva

Prototip: Desenvolupament experimental d'una aplicació amb el qual els usuaris poden interactuar amb funcionalitats limitada o bé simulada

Requeriment funcional: Característica requerida d'un sistema que expressa una capacitat d'acció, una funcionalitat, generalment expressada en una declaració verbal

Requeriment no funcional: Característica requerida d'un sistema, del procés de desenvolupament, del servei prestat o de qualsevol aspecte, que marca una restricció

Rol: Conducta que un grup espera d'un membre en una situació determinada

Sector: Part d'un espai

Sensor: Dispositiu format per cèl·lules sensibles que detecta variacions en una magnitud física i les converteix en senyals útils per un sistema de mesura o control

Sistema: Conjunt de diverses parts que poden ser vistes com un tot. En temes d'Interacció Persona Ordinador, el sistema engloba l'usuari, l'ordinador, l'entorn físic i l'entorn cultural, entre altres

Sistema de calefacció: Conjunt de diverses parts que son vistes com un únic element encarregades d'obtenir un efecte d'augment de la temperatura

Sistema de fertilització carbònica CO2: Conjunt de diverses parts que son vistes com un únic element encarregades d'obtenir un increment de diòxid de carboni

Sistema de humificació: Conjunt de diverses parts que son vistes com un únic element encarregades d'obtenir un increment del vapor d'aigua que hi ha a l'atmosfera

Sistema d'ombra o pantalla tèrmica: Conjunt de diverses parts que son vistes com un únic element encarregades d'obtenir una disminució de la radiació solar

Sistema de reg: Conjunt de diverses parts que son vistes com un únic element encarregades d'obtenir l'aplicació d'aigua a una superfície

Sistema de ventilació natural: Conjunt de diverses parts que son vistes com un únic element encarregades de ventilar un lloc

Sistema de ventilació mecànica: Conjunt de diverses parts que son vistes com un únic element encarregades de ventilar un lloc mitjançant màquines

Smart Cities: Ciutats que apliquen les tecnologies de la informació i les comunicacions a la mateixa ciutat amb l'objectiu de proveir-la d'una infraestructura que garanteixi un desenvolupament sostenible, un increment de la qualitat de vida dels seus ciutadans, una major eficiència dels seus recursos i una millor participació ciutadana

Smart Growth: Teoria de planificació urbana i de transport desenvolupada als anys 90, que permet gestionar el creixement de centres urbans d'una manera compacta i eficient per evitar la dispersió. Això incentiva l'ús de sol d'alta densitat amb transport públic i la gestió de vies adequades

Smart Spaces: Espais intel·ligents ubicats en localitzacions específiques vinculades amb l'entorn en el qual es mou l'usuari

Storyboard: Tècnica per representar com una persona interactua amb un sistema detallant la seqüència d'interaccions

Tasca: El terme fa referència a allò que una persona ha de realitzar

Tècnic de l'explotació: Persona que té els coneixements específics respecte una ciència, art o ofici. En aquest cas en l'explotació d'un hivernacle

Temperatura: És una magnitud física que reflecteix la quantitat de calor d'un objecte o d'un ambient. La magnitud està vinculada a la noció de fred (menys temperatura) i calent (més temperatura)

Test d'usuari: Prova d'usabilitat que es basa, entre altres estratègies, en l'observació i anàlisi de com un grup d'usuaris reals utilitza un lloc web,

anotant els problemes d'ús amb els que es troben per tal de solucionar-los posteriorment

Usabilitat: Facilitat d'ús de un sistema o producte per una classe particular d'usuaris, que realitzen unes tasques específiques en un entorn específic

Usuari: Part humana del sistema. Persona que interactua amb l'ordinador

Sensor: Dispositiu amb capacitat de detectar magnituds físiques o químiques i les transformar-les en variables elèctriques

Xarxa: Conjunt elements interconnectats entre ells en una tasca comuna

9. Bibliografia

Carlos Casado Martínez, Muriel Garreta Domingo, Yusef Hassan Montero, Loïc Martínez Normand, Enric Mor Pera (2011). *Interacció persona-ordinador*. Material docent de la UOC. Universitat Oberta de Catalunya. (PID_180440).

www.uoc.edu

Josep M. Ganyet (2008). *Interacció humana amb els ordinadors*. Material docent de la UOC. Universitat Oberta de Catalunya. (IP05/05045/00574).

www.uoc.edu

Josep M. Ganyet (2008). *Interacció humana amb els ordinadors*. Material docent de la UOC. Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya. (C05/05045/00361).

www.uoc.edu

Antoni Pérez Navarro, Alfons Bataller Díaz, Roser Beneito Montagut, Nita Sáenz Higuera, Rut Vidal Oltra. (2008). *Treball final de carrera*. Material docent de la UOC. Universitat Oberta de Catalunya. (XP08/19018/00443).

www.uoc.edu

A.J. Céspedes Lopez, M.C. Garcia Garcia, J.J. Perez Parra, I.M. Cuadrado Gomez-Fiapa. (2009). *Caracterización de la explotación hortícola protegida almeriense*. Fundación para la investigación agraria en la provincia de Almería. Fundación Cajamar

www.fundacioncajamar.es

Fundación Cajamar. *La agricultura mediterránea en el siglo XXI*.

www.fundacioncajamar.es

Smart City Expo World Congress (2012). *Smart City Expo World Congress*.

www.smartcityexpo.com

Urbiotica (2012). *Urbiotica*.

www.urbiotica.com

Portal temàtic para la industria, comercio, distribución y economía hortícolas (2012). <http://www.horticom.com/pd/imagenes/69/343/69343.pdf>

www.horticom.com

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2012).
www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Hort/Hort_1989_52_24_31.pdf
www.magrama.gob.es

Regaber (2012). *Gestió de l'aigua*.

www.regaber.com

Netafim Ltd. Corporate Headquarters (2012).

www.netafim.com

Balmart Sistemas Electrónicos (2012). *Ingeniería especializada en el diseño y fabricación de equipos electrónicos de comunicaciones y radiofrecuencia a medida*

www.balmart.es

Modpow (2012). *Serveis de enginyeria*

www.modpow.es

U.S. Environmental Protection Agency (2012). *Conceptes Smart Growth*

www.epa.gov/smartgrowth/pdf/gtsg_spanish.pdf

www.epa.gov/smartgrowth

E.U. Common Agricultural (2012). *Opportunities for Conservation Agriculture in the EU Common Agricultural. Policy 2014-2020*

www.rdp.uevora.pt:8443/bitstream/10174/3024/1/wcca2011_Basch_final.pdf

www.rdp.uevora.pt

Europa Press (2012). *Serveis de notícies*

www.europapress.es

Agroalimed Fundación de la Comunidad Valenciana para la investigación agroalimentaria (2012). *Desenvolupament i innovació tecnològica agroalimentària*

www.agroalimed.es

10. Annex

10.1 Informe observacions avaluació

Anotacions de les observacions durant la prova de la interacció de l'usuari amb la interfície

Usuari: Operari		Temps: Aproximament 24 minuts
Categoria	Tasca	Observacions
Usabilitat	1	-----
	2	S'observa una mica de falta de traça per la navegació
	3	Ídem
	4	Ídem
	5	Ídem
	6	Ídem
	7	Ídem
Disseny	1	-----
	2	Se li pregunta si el disseny de la pàgina li sembla. Indica que és correcta
	3	-----
	4	-----
	5	-----
	6	-----
	7	Se li fa una pregunta si son correctes els colors de les diferents tasques que a realitzat, afirmant que si
Accessibilitat	1	-----
	2	-----
	3	-----
	4	-----
	5	Se li pregunta si té alguna dificultat per accedir a les diferents tasques mitjançant el menú. Indica que no
	6	-----
	7	-----
Aprenentatge	1	-----
	2	S'observa certa dificultat durant la navegació. Se li explica per damunt els valors de pàgina
	3	-----
	4	Se li explica per damunt els valors de pàgina
	5	Se li explica per damunt els valors de pàgina i quina és la funció dels paràmetres
	6	-----
	7	-----
Observacions: Entenc que la dificultat durant la navegació és produït per la falta de pràctica a treballar amb els ordinadors. Gairebé ha assolit el límit màxim del temps per realitzar la prova		

Figura 55 – Formulari observacions operari

Usuari: Tècnic de l'explotació		Temps: Aproximadament 18 minuts
Categoria	Tasca	Observacions
Usabilitat	1	-----

	2	-----
	3	-----
	4	Se li pregunta si té alguna dificultat per accedir a les diferents accions que ha realitzat anteriorment Indica que no. Pregunta quin tipus de format és pot exportar. Li indico que això esta pendent d'un anàlisi concret
	5	Indica que potser en un futur caldria afegir més camps de paràmetres als diferents equipaments vinculats a particularitats tècniques
	6	-----
	7	-----
	Disseny	1
2		Fa un comentari que potser no caldria accedir a la pàgina d'equipaments. Creu més convenient fer sortir una finestra emergent amb les característiques del sistema seleccionat. Se li fa una pregunta si son correctes els colors d'aquesta pàgina, afirmant que si
3		-----
4		Fa un comentari que potser caldria afegir a l'opció de l'estat del hivernacle les dades climàtiques en forma gràfica com s'observa en aquesta pàgina
5		-----
6		-----
7		-----
Accessibilitat	1	-----
	2	Indica que troba un encert la ubicació de les pestanyes d'accions. També troba encertat la ubicació dels icones dels diferents sistemes en aquesta pàgina
	3	-----
	4	Se li pregunta si la ubicació dels icones de les diferents accions es correcta. Confirma que si
	5	-----
	6	-----
	7	-----
Aprentatge	1	-----
	2	-----
	3	-----
	4	-----
	5	-----
	6	No s'ha observat cap tipus de problema durant la realització de les totes les tasques
	7	-----
Observacions:		
Ha fet dos suggeriments de millorar en la pàgina de l'estat del hivernacle, un el fet d'afegir una gràfica amb els valors climàtics i no accedir a la pàgina de equipaments des de la pàgina de l'estat del hivernacle. Suggereix fer sortir solament la finestra emergent de l'equipament seleccionat a modificar les seves característiques.		
S'ha observat que cada tasca és realitzava més ràpid principalment en les tasques de consulta informació		

Figura 56 – Formulari observacions tècnic de l'explotació

Usuari: Propietari		Temps: Aproximadament 20 minuts
Categoria	Tasca	Observacions
Usabilitat	1	-----
	2	-----
	3	-----
	4	-----
	5	-----
	6	Se li pregunta si a trobat alguna dificultat per accedir o realitzar les tasques anterior i l'actual. Indica que

		no.
	7	-----
Disseny	1	-----
	2	Fa un comentari que li agrada el disseny de la pàgina
	3	Se li pregunta si el disseny de la pàgina li sembla. Indica que si
	4	----
	5	-----
	6	Se li pregunta si el disseny de la pàgina i les anteriors pàgines anteriors li agrada
	7	
Accessibilitat	1	-----
	2	-----
	3	-----
	4	-----
	5	-----
	6	Se li pregunta si la ubicació de les pestanyes d'accions i els icones de les diferents accions es correcta. Confirma que si
	7	-----
Aprentatge	1	-----
	2	-----
	3	-----
	4	-----
	5	-----
	6	No s'ha observat cap tipus de problema durant la realització de les totes les tasques
	7	-----
Observacions:		
S'ha observat que cada tasca és realitzava amb certa fluïdesa principalment en les tasques de consulta informació		

Figura 57 – Formulari observacions propietari