

Desenvolupament d'una aplicació web per a la gestió de medicaments

Memòria del treball final de màster

Màster universitari online de
desenvolupament de llocs i
aplicacions web

Universitat Oberta de Catalunya

Autor: Robert Antoni Buj Gelonch

Tutor: Ignasi Lorente Puchades

Professor: César Pablo Córcoles Briongos

31 de maig de 2025

Copyright © 2025 Robert Antoni Buj Gelonch.

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".

Títol del treball	<i>Desenvolupament d'una aplicació web per a la gestió de medicació personal</i>
Nom de l'autor:	<i>Robert Antoni Buj Gelonch</i>
Nom del consultor:	<i>Ignasi Lorente Puchades</i>
Nom del professor responsable de l'assignatura:	<i>César Pablo Córcoles Briongos</i>
Data d'entrega (mm/aaaa):	<i>06/2025</i>
Titulació o programa:	<i>Màster en desenvolupament de llocs i aplicacions web</i>
Àrea del Treball Final:	<i>Informàtica, Multimèdia i Telecomunicació</i>
Idioma del treball:	<i>Català</i>
Paraules Clau:	<i>Angular, NestJS, TypeORM, Firebase, FCM, AWS, backend, frontend</i>

Resum del Treball

L'objectiu principal d'aquest projecte és desenvolupar una aplicació web que englobi les eines i els coneixements adquirits al llarg del màster universitari en desenvolupament d'aplicacions i llocs web.

L'aplicació web que he triat i que ha estat proposada pel consultor, permetrà als usuaris gestionar la medicació i fer-ne el seguiment. És a dir, els usuaris podran afegir o treure la medicació pautada pels professionals de la salut, i establir l'horari i la freqüència. Finalment, permetrà a altres usuaris fer el seguiment de la medicació, enviant de notificacions en temps real.

Per tal de dur a terme el treball final, a part d'utilitzar les últimes eines i tendències de desenvolupament, se seguirà la metodologia de disseny centrat en l'usuari (DCU), un procés de disseny iteratiu en el qual els dissenyadors se centren en els usuaris i les seves necessitats en cada fase del procés de disseny.

L'aplicació web és programari lliure, ja que els seus usuaris tenen les quatre llibertats essencials: La llibertat d'executar el programa com es vulgui, amb qualsevol propòsit (llibertat 0). La llibertat d'estudiar com funciona el programa, i canviar-lo perquè faci el que es vulgui (llibertat 1). La llibertat de

redistribuir còpies per ajudar els altres (llibertat 2). La llibertat de distribuir còpies de les versions modificades a tercers (llibertat 3).

Abstract

The main goal of this project is to develop a web application that encompasses the tools and knowledge acquired during the University Master's Degree in Web Site and Applications Development.

The web application that I selected, which was proposed by the consultant, enables users to manage the medication and keep tracking its progress. In other words, users will be able to add or remove the medication prescribed by health professionals, and set the schedule and the repeat. Finally, it allows other users to monitor the medication, sending notifications in real time.

In order to carry out the Master's Thesis, apart from using the latest development tools and trends, the User-Centred Design (UCD) methodology will be followed. The UCD is an iterative design process in which designers focus on the users and their needs in each phase of the design process.

The web application is free software because users have the four essential freedoms: The freedom to run the program as you wish, for any purpose (freedom 0). The freedom to study how the program works, and change it so it does your computing as you wish (freedom 1). The freedom to redistribute copies so you can help others (freedom 2). The freedom to distribute copies of your modified versions to others (freedom 3).

Taula de continguts

1	Introducció.....	1
2	Anàlisi de mercat i viabilitat.....	8
3	Anàlisis del sistema.....	17
4	Disseny.....	33
5	Desenvolupament.....	44
6	Usabilitat.....	72
7	Conclusions i treballs futurs.....	74
	Bibliografia.....	77
	Annexos.....	1
	GNU Free Documentation License.....	1

Índex de taules

Taula 1: Dates de les proves d'avaluació contínua.....	6
Taula 2: Tasques PAC 1.....	6
Taula 3: Tasques PAC 2.....	6
Taula 4: Tasques PAC 3.....	7
Taula 5: Tasques PAC 4.....	7
Taula 6: Dades al perfil de l'usuari.....	11
Taula 7: Resum del benchmarking.....	14
Taula 8: Cas d'ús registrar.....	19
Taula 9: Cas d'ús login.....	19
Taula 10: Cas d'ús logout.....	19
Taula 11: Cas d'ús veure perfil.....	20
Taula 12: Cas d'ús editar perfil.....	20
Taula 13: Cas d'ús veure medicacions.....	21
Taula 14: Cas d'ús eliminar contacte.....	21
Taula 15: Cas d'ús medicació diària.....	22
Taula 16: Cas d'ús confirmar administració.....	22
Taula 17: Cas d'ús afegir medicació.....	22
Taula 18: Cas d'ús modificar medicació.....	23
Taula 19: Cas d'ús eliminar medicació.....	23
Taula 20: Cas d'ús suspendre medicació.....	24
Taula 21: Cas d'ús reprendre medicació.....	24
Taula 22: Cas d'ús recordatori.....	25
Taula 23: Cas d'ús notificació no segueix tractament.....	25
Taula 24: Cas d'ús veure contactes.....	25
Taula 25: Cas d'ús vincular contacte.....	26
Taula 26: Cas d'ús eliminar contacte.....	26
Taula 27: Cas d'ús gestionar usuaris.....	27
Taula 28: Cas d'ús actualitzar usuari.....	27
Taula 29: Cas d'ús eliminar usuari.....	28
Taula 30: Cas d'ús veure tasques.....	28
Taula 31: Breakpoints responsive design.....	36
Taula 32: Atributs de l'entitat USER.....	50
Taula 33: Atributs de l'entitat MEDICATION.....	51
Taula 34: Atributs de l'entitat SCHEDULE.....	51
Taula 35: Atributs de l'entitat USER_CONTACTS_USER.....	52
Taula 36: Endpoints del servidor.....	53
Taula 37: Desglossament dels costos en la factura actual d'AWS.....	8
Taula 38: Cost mensual aproximat.....	9
Taula 39: Previsió cost mensual Amazon RDS per a PostgreSQL.....	9
Taula 40: Previsió cost mensual Amazon EC2.....	10
Taula 41: Previsió cost mensual Amazon Virtual Private Cloud.....	10
Taula 42: Previsió cost mensual Amazon Route 53.....	10
Taula 43: Previsió de costs.....	11
Taula 44: Registre a Medisafe.....	49
Taula 45: Registre a MyTherapy.....	49
Taula 46: Iniciar la sessió a Medisafe.....	50
Taula 47: Iniciar la sessió a MyTherapy.....	50
Taula 48: Tancar la sessió a Medisafe.....	51
Taula 49: Tancar la sessió a MyTherapy.....	51
Taula 50: Eliminar el compte a Medisafe.....	52

Taula 51: Eliminar el compte a MyTherapy.....	52
Taula 52: Editar el perfil principal a Medisafe.....	53
Taula 53: Editar el perfil principal a MyTherapy.....	53
Taula 54: Editar el perfil principal a «R. de Medicamentos».....	54
Taula 55: Afegir un medicament a Medisafe.....	55
Taula 56: Afegir un medicament a MyTherapy.....	56
Taula 57: Afegir un medicament a «R. de Medicamentos».....	57
Taula 58: Editar un medicament a Medisafe.....	58
Taula 59: Editar un medicament a MyTherapy.....	59
Taula 60: Editar un medicament a «R. de Medicamentos».....	60
Taula 61: Eliminar un medicament a Medisafe.....	60
Taula 62: Eliminar un medicament a MyTherapy.....	61
Taula 63: Eliminar un medicament a «R. de Medicamentos».....	61
Taula 64: Suspendre un medicament a Medisafe.....	62
Taula 65: Suspendre un medicament a MyTherapy.....	63
Taula 66: Suspendre un medicament a «R. de Medicamentos».....	64
Taula 67: Reprendre un medicament a Medisafe.....	65
Taula 68: Reprendre un medicament a MyTherapy.....	65
Taula 69: Reprendre un medicament a «R. de Medicamentos».....	66
Taula 70: Medicació del dia a Medisafe.....	66
Taula 71: Medicació del dia a MyTherapy.....	67
Taula 72: Medicació del dia a «R. de Medicamentos».....	67
Taula 73: Confirmar la medicació a Medisafe.....	68
Taula 74: Confirmar la medicació a MyTherapy.....	68
Taula 75: Confirmar la medicació a «R. de Medicamentos».....	69
Taula 76: Recordatori a Medisafe.....	69
Taula 77: Recordatori a MyTherapy.....	70
Taula 78: Recordatori a «R. de Medicamentos».....	70
Taula 79: Enviament sol·licitud de vinculació a Medisafe.....	71
Taula 80: Acceptar la sol·licitud de vinculació a Medisafe.....	72
Taula 81: Notificacions enviades a la persona de contacte.....	73
Taula 82: Programari utilitzat per realitzar el TFM.....	75

Taula de figures

Figura 1: Captura de pantalla de «Taiga».....	5
Figura 2: Nombre d'hores de treball al dia.....	5
Figura 3: Cost aproximat de l'elaboració del Treball.....	6
Figura 4: Diagrama de Gantt amb la planificació temporal de cada tasca.....	7
Figura 5: Cas d'ús gestió de medicaments.....	18
Figura 6: Diagrama Entitat-Relació (Peter Chen).....	29
Figura 7: Flux general de l'estat de l'aplicació a NgRx (font: https://ngrx.io/guide/store).....	31
Figura 8: Mapa del lloc web - usuari no autenticat.....	34
Figura 9: Mapa del lloc web - usuari autenticat com a pacient.....	34
Figura 10: Mapa del lloc web - usuari autenticat com a administrador.....	35
Figura 11: Menú lateral (no autenticat).....	37
Figura 12: Menú lateral (pacient).....	37
Figura 13: Menú lateral (administrador).....	37
Figura 14: Landing page.....	37
Figura 15: Pàgina «Login».....	37
Figura 16: Pàgina «Registrar».....	37
Figura 17: Pàgina «perfil».....	38
Figura 18: Pàgina «Persones de contacte».....	38
Figura 19: Pàgina «Persona de contacte».....	38
Figura 20: Pàgina «Medicaments».....	38
Figura 21: Pàgina «Medicament nou».....	38
Figura 22: Pàgina «Editar medicament».....	38
Figura 23: Pàgina «Historial».....	38
Figura 24: Pàgina «Avui».....	38
Figura 25: Pàgina Tauler amb gràfiques.....	39
Figura 26: Pàgina «Perfil».....	39
Figura 27: Pàgina «Usuaris».....	39
Figura 28: Pàgina «Tasques».....	39
Figura 29: Landing page.....	40
Figura 30: Pàgina «Login».....	40
Figura 31: Pàgina «Registrar».....	40
Figura 32: Pàgina «Avui».....	41
Figura 33: Pàgina «Perfil».....	41
Figura 34: Pàgina «Medicaments».....	41
Figura 35: Pàgina «Medicament nou».....	41
Figura 36: Pàgina «Editar medicament».....	41
Figura 37: Pàgina «Historial».....	41
Figura 38: Pàgina «Persones de contacte».....	42
Figura 39: Pàgina «Persona de contacte».....	42
Figura 40: Pàgina Tauler amb gràfiques.....	43
Figura 41: Pàgina Perfil.....	43
Figura 42: Pàgina Tasques.....	43
Figura 43: Pàgina Usuaris.....	43
Figura 44: Diagrama ERD - Chen (pgAdmin 4).....	50
Figura 45: Descodificació i validació del toquen.....	56
Figura 46: Diagrama d'estat (Redux DevTools).....	65
Figura 47: Informe de Lighthouse per a telèfons mòbils.....	72
Figura 48: Validació codi html https://validator.w3.org	73
Figura 49: Validació css https://jigsaw.w3.org/css-validator/	73
Figura 50: Crear nova nova clau privada per a les credencials de Firebase.....	3

Figura 51: Obtenir VAPID.....	5
Figura 52: Propietats de l'aplicació - consola de Firebase.....	5
Figura 53: Factura actual d'AWS.....	7
Figura 54: Desglossament dels costos de la factura.....	8
Figura 55: Tauler d'Aurora and RDS.....	11
Figura 56: Selecció del motor de la base de dades.....	12
Figura 57: Selecció de la capa gratuïta per a la base de dades.....	12
Figura 58: credencials d'accés a la base de dades.....	12
Figura 59: Permetre accés des de l'exterior.....	13
Figura 60: Nom de la base de dades.....	13
Figura 61: Botó «Crear base de datos».....	13
Figura 62: Amazon EC2.....	14
Figura 63: generar parell de claus - accés remot instància EC2.....	14
Figura 64: Després de llançar la instància.....	14
Figura 65: Llista d'instàncies Amazon EC2.....	15
Figura 66: Apartat de seguretat, instància Amazon EC2.....	15
Figura 67: Grup de seguretat de la instància.....	15
Figura 68: Edició de les regles de seguretat.....	16
Figura 69: Habilitar els ports HTTP i HTTPS des de qualsevol origen.....	16
Figura 70: Regles d'entrada amb el port TCP 3000.....	16
Figura 71: Pas 1 crear aplicació a AWS Amplify.....	21
Figura 72: Donar accés al dipòsit de GitHub.....	21
Figura 73: Donar accés només als dipòsits seleccionats de GitHub.....	22
Figura 74: Pas 2, seleccionar branca i dipòsit.....	22
Figura 75: Pas 2, seleccionar branca i dipòsit.....	23
Figura 76: Opcions de construcció.....	23
Figura 77: Opcions de construcció.....	24
Figura 78: Opcions de construcció.....	24
Figura 79: Opcions de construcció.....	24
Figura 80: Afegir un domini personalitzat.....	25
Figura 81: Domini personalitzat en construcció.....	25
Figura 82: Introduir l'adreça al navegador.....	26
Figura 83: Pressionar el botó de tres punts i després a «Afegeix a la pantalla d'inici».....	26
Figura 84: Pressionar «Instal·la».....	26
Figura 85: Pressionar «Instal·la».....	26
Figura 86: Permetre notificacions.....	26
Figura 87: Notificacions amb l'aplicació oberta.....	26
Figura 88: Notificació rebuda.....	26
Figura 89: Nombre de notificacions.....	26
Figura 90: Introduir l'adreça al navegador.....	27
Figura 91: Clicar a «Instal·la».....	27
Figura 92: Clicar als tres punts.....	27
Figura 93: Informació de l'aplicació.....	27
Figura 94: Notificacions amb l'aplicació oberta.....	27
Figura 95: Centre de notificacions en macOS.....	27
Figura 96: Nom del projecte Firebase.....	28
Figura 97: Deshabilitar Google Analytics.....	28
Figura 98: finestra del projecte de Firebase.....	29
Figura 99: Propietat inicialització.....	29
Figura 100: Nom del projecte web.....	29
Figura 101: Pestanya «Cloud Messaging».....	30
Figura 102: Accés a les propietats de l'aplicació.....	30

Figura 103: Acciones - Mostrar clave privada.....	30
Figura 104: Accions.....	30
Figura 105: Copiar la clau privada (valor VAPID).....	31
Figura 106: Credencials del compte de servei.....	31
Figura 107: Avís generació de la clau privada del projecte.....	32
Figura 108: Consultar l'estat de les notificacions.....	33
Figura 109: Apartat Messaging de la consola de Firebase.....	33
Figura 110: Integració de Firebase Messaging.....	34
Figura 111: Redacció de la notificació.....	34
Figura 112: Afegir el toquen del dispositiu.....	34
Figura 113: Token introduït.....	35
Figura 114: Redux DevTools amb el token del dispositiu.....	35
Figura 115: Missatge rebut al frontend.....	35
Figura 116: Entorn de Postman.....	36
Figura 117: Nou entorn des del menú.....	36
Figura 118: Nou entorn en blanc.....	37
Figura 119: Nou entorn amb la variable «access_token».....	37
Figura 120: Petició per autenticar un usuari.....	38
Figura 121: Selecció de l'entorn a Postman.....	38
Figura 122: Emmagatzemar el toquen a la variable d'entorn.....	39
Figura 123: variable d'entorn «access_token» després que s'autentiqui un usuari.....	39
Figura 124: Incrustar el toquen obtingut a la capçalera de la petició.....	40
Figura 125: Resultat de la crida a l'API «GET auth».....	40
Figura 126: Landing page.....	41
Figura 127: Pàgina «Login».....	41
Figura 128: Pàgina «Registrar».....	42
Figura 129: Pàgina «Avui».....	42
Figura 130: Pàgina «Perfil».....	43
Figura 131: Pàgina «Medicaments».....	43
Figura 132: Pàgina «Medicament nou».....	44
Figura 133: Pàgina «Editar medicament».....	44
Figura 134: Pàgina «Historial».....	45
Figura 135: Pàgina «Persones de contacte».....	45
Figura 136: Pàgina «Persona de contacte».....	46
Figura 137: Pàgina Tauler amb gràfiques.....	46
Figura 138: Pàgina «Perfil».....	47
Figura 139: Pàgina «Tasques».....	47
Figura 140: Pàgina «Usuaris».....	48
Figura 141: Clicar a "Más" i a "Crear cuenta".....	49
Figura 142: Credencials.....	49
Figura 143: Introduir codi de confirmació.....	49
Figura 144: Registre completat.....	49
Figura 145: «Teràpia», roda d'engranatge.....	49
Figura 146: Clicar a les meves dades.....	49
Figura 147: Clicar a "Registrar-se".....	49
Figura 148: Clicar a "Continuar"	49
Figura 149: Clicar a «Log in» en la pantalla d'inici.....	50
Figura 150: Pantalla d'autenticació.....	50
Figura 151: Pantalla d'inici.....	50
Figura 152: Pantalla d'autenticació.....	50
Figura 153: Clicar a la icona d'usuari i a "Cerrar sesión".....	51
Figura 154: Pantalla de confirmació per tancar la sessió.....	51

Figura 155: Accedir a "Teràpia" i clicar a "Les meves dades".....	51
Figura 156: Clicar a "Compte".....	51
Figura 157: Clicar a "Tancar la sessió".....	51
Figura 158: Confirmació per tancar la sessió.....	51
Figura 159: Clicar a "Más" i a "Configuración".....	52
Figura 160: Clicar a "Delete This Account"	52
Figura 161: Confirmar l'eliminació.....	52
Figura 162: Accedir a «Teràpia» i clicar a "Les meves dades".....	52
Figura 163: Clicar a "Compte".....	52
Figura 164: Clicar a "Tancar la sessió".....	52
Figura 165: Confirmació per eliminar el compte.....	52
Figura 166: Clicar a la icona de l'usuari.....	53
Figura 167: Clicar a "Mi perfil"	53
Figura 168: Modificar les dades del perfil.....	53
Figura 169: Seleccionar «Teràpia» i clicar a la roda d'engranatge.....	53
Figura 170: Clicar a «Completa el teu perfil».....	53
Figura 171: Editar les dades del perfil i clicar a «Desar».....	53
Figura 172: Clicar a «Más» i selecciona «Usuarios».....	54
Figura 173: Clicar a l'usuari o crear-ne un de nou en clicar a «+».....	54
Figura 174: Clicar a «Editar Usuario».....	54
Figura 175: Modificar les dades del perfil i clicar a «Guardar».....	54
Figura 176: Accedir a «Medicamentos» i clicar el botó «Añadir una medicina».....	54
Figura 177: Cercar el nom de medicament.....	54
Figura 178: Introduir el tipus de medicament.....	54
Figura 179: Establir la periodicitat a nivell de dia.....	54
Figura 180: Introduir la periodicitat a nivell d'hora.....	55
Figura 181: Seleccionar la primera hora.....	55
Figura 182: Seleccionar la segona hora.....	55
Figura 183: Desar els canvis.....	55
Figura 184: Accedir a "Teràpia" i clicar al botó "Afegir primer medicament" o "Afegir"	55
Figura 185: Clicar a "Cerca per nom".....	55
Figura 186: Cercar el medicament pel nom.....	55
Figura 187: Seleccionar la freqüència.....	55
Figura 188: Seleccionar l'hora.....	56
Figura 189: Afegir recordatori per reabastir l'estoc.....	56
Figura 190: Seleccionar el motiu.....	56
Figura 191: Pantalla un cop s'ha introduir el medicament.....	56
Figura 192: Seleccionar «Medicamentos» i clicar a «+».....	56
Figura 193: Clicar a nom per cercar el nom del medicament.....	56
Figura 194: cercar el nom del medicament.....	56
Figura 195: introduir les altres dades del medicament.....	56
Figura 196: Establir la freqüència.....	57
Figura 197: Establir altres dades i preferències.....	57
Figura 198: Medicament un cop introduït.....	57
Figura 199: Accedir a «Medicamentos» i clicar damunt del medicament.....	57
Figura 200: Clicar a «Editar».....	57
Figura 201: Clicar al grup de propietats per editar-lo i clicar a «Actualizar».....	57
Figura 202: Modificar la programació i clicar a «←» per tornar enrere.....	57
Figura 203: Modificar l'aspecte i clicar a «←» per tornar enrere.....	58
Figura 204: Modificar les instruccions i clicar a «←» per tornar enrere.....	58
Figura 205: Modificar l'estoc i clicar a «←» per tornar enrere.....	58
Figura 206: Accedir a «Teràpia» i clicar el medicament.....	58

Figura 207: Clicar al grup de propietats per editar-lo o «←» per tornar enrere.....	58
Figura 208: Si es modifica una propietat apareix el botó «Desar», clicar a «←» per tornar enrere.	58
Figura 209: Si es modifica una propietat apareix el botó «Desar», clicar a «←» per tornar enrere.	58
Figura 210: Si es modifica una propietat apareix el botó «Desar», clicar a «←» per tornar enrere.	59
Figura 211: Si es modifica una propietat apareix el botó «Desar», clicar a «←» per tornar enrere.	59
Figura 212: Accedir a «Medicamentos».....	59
Figura 213: Clicar el medicament i seleccionar «Editar medicamento».....	59
Figura 214: Editar les propietats i clicar a «→».....	59
Figura 215: Editar la programació i clicar a «→».....	59
Figura 216: Editar altres detalls/ paràmetres i clicar a «Guardar».....	60
Figura 217: Accedir a «Medicamentos» i clicar el medicament.....	60
Figura 218: Clicar a «Editar».....	60
Figura 219: Clicar a «Borrar».....	60
Figura 220: Diàleg de confirmació.....	60
Figura 221: Accedir a «Teràpia» i clicar damunt del medicament.....	61
Figura 222: Clicar a «Eliminar la medicació».....	61
Figura 223: Diàleg de confirmació.....	61
Figura 224: Accedir a «Medicamentos».....	61
Figura 225: Clicar a «Borrar Medicamento».....	61
Figura 226: Diàleg de confirmació.....	61
Figura 227: Accedir a «Medicamentos» i clicar damunt del medicament.....	62
Figura 228: Clicar a «Editar».....	62
Figura 229: Clicar a «Suspender».....	62
Figura 230: Diàleg de confirmació.....	62
Figura 231: Medicament suspès - informació.....	62
Figura 232: Medicament suspès – Medicamentos.....	62
Figura 233: Accedir a «Teràpia» i clicar el medicament.....	63
Figura 234: Clicar a «Posa en pausa els recordatoris».....	63
Figura 235: Diàleg de confirmació.....	63
Figura 236: Medicament suspès.....	63
Figura 237: Medicament suspès - Teràpia.....	63
Figura 238: Accedir a «Medicamentos» i clicar damunt del medicament.....	64
Figura 239: Clicar a «Suspender Medicamento».....	64
Figura 240: Diàleg de confirmació.....	64
Figura 241: Medicament suspès.....	64
Figura 242: Accedir a «Medicamentos» i clicar damunt del medicament.....	64
Figura 243: Clicar a «Editar».....	64
Figura 244: Clicar a «Reanudar».....	64
Figura 245: Medicament un cop reprès.....	64
Figura 246: Medicament un cop reprès - llistat.....	65
Figura 247: Accedir a «Teràpia».....	65
Figura 248: Clicar el botó «Activar».....	65
Figura 249: Medicament un cop reprès.....	65
Figura 250: Medicament un cop reprès - llistat.....	65
Figura 251: Accedir a «Medicamentos» i clicar damunt del medicament.....	66
Figura 252: Clicar a «Reanudar Medicamento».....	66
Figura 253: Missatge de confirmació.....	66
Figura 254: Medicament un cop reprès.....	66
Figura 255: Accedir a «Inicio».....	66
Figura 256: Accedir a «Avui».....	67
Figura 257: Accedir a «Días».....	67
Figura 258: Sel. «Inicio» i clicar al medicament.....	68

Figura 259: Clicar a «Tomar».....	68
Figura 260: Seleccionar «Ahora».....	68
Figura 261: Un cop s'ha confirmat el medicament.....	68
Figura 262: Seleccionar «Avui» i clicar al medicament.....	68
Figura 263: Clicar a «Confirmar».....	68
Figura 264: Un cop s'ha confirmat – sense medicaments pends.....	68
Figura 265: Seleccionar «Progres» per veure l'historial.....	68
Figura 266: Seleccionar «Días» i marcar la casella del medicament.....	69
Figura 267: Un cop s'ha confirmat.....	69
Figura 268: Seleccionar «Calendario» per veure l'historial.....	69
Figura 269: Notificació.....	69
Figura 270: Notificació pantalla bloquejada.....	69
Figura 271: Notificació.....	70
Figura 272: Notificació pantalla bloquejada.....	70
Figura 273: Notificació.....	70
Figura 274: Notificació pantalla bloquejada.....	70
Figura 275: Clicar a la icona superior de l'usuari.....	71
Figura 276: Clicar a «Invitar a Medamigo».....	71
Figura 277: Clicar a «Invitar a Medamigo».....	71
Figura 278: Clicar a «Añadir manualmente».....	71
Figura 279: Emplenar les dades de la persona de contacte.....	71
Figura 280: Contingut del missatge si es proporciona només el correu.....	71
Figura 281: Missatge un cop enviat.....	71
Figura 282: Missatge SMS d'invitació (si es proporciona el tel. mòbil).....	71
Figura 283: Clicar a «Enter It».....	72
Figura 284: Introduir el codi de 4 lletres rebut al missatge d'invitació.....	72
Figura 285: Clicar a la icona de l'usuari.....	72
Figura 286: Clicar a la persona de contacte.....	72
Figura 287: Missatge d'informació 1/3.....	72
Figura 288: Missatge d'informació 2/3.....	72
Figura 289: Missatge d'informació 3/3.....	72
Figura 290: Clicar al botó desplegable al costat de l'usuari i seleccionar la persona de contacte.....	72
Figura 291: Notificació que s'ha enviat una notificació a la persona de contacte.....	73
Figura 292: Notificació que rep la persona de contacte.....	73

1 Introducció

1.1 Context i justificació del Treball.....	2
1.2 Objectius del Treball.....	2
1.3 Impacte en sostenibilitat, ètic-social i de diversitat.....	3
1.4 Enfocament i mètode seguit.....	4
1.5 Planificació del Treball.....	5

1.1 Context i justificació del Treball

L'esperança i la qualitat de vida ha millorat molt en major part gràcies a l'aparició de nous tractaments mèdics, medicaments i fàrmacs. Generalment, se sol confondre la paraula fàrmac com a sinònim de medicament, ja que el principi actiu d'un medicament és el fàrmac, terapèuticament parlant.

Un tractament mèdic pot incloure l'administració de diversos medicaments i una persona pot estar seguint diversos tractaments mèdics al mateix temps. L'administració dels medicaments s'ha convertit en una tasca feixuga en què s'han de seguir horaris estrictes perquè els medicaments tinguin l'efecte desitjat, o bé no interactuïn amb altres medicaments de forma no desitjada.

La majoria de les persones utilitzen les alarmes dels seus dispositius mòbils, per tal de seguir els horaris quant a l'administració de medicaments. Les alarmes dels medicaments soLEN interferir amb altres alarmes, com ara aquelles que l'usuari estableix amb altres propòsits, per exemple l'alarma del despertador, l'hora de recollida dels nens, etcètera. La gestió dels medicaments amb alarmes genèriques esdevé una tasca feixuga, i pot provar més maldecaps que beneficis. Cal tenir en compte que també podem estar a càrrec d'altres, per exemple en cas de tenir mascotes, fills o algun familiar amb alguna dependència.

La millor solució implica gestionar de forma correcta els horaris dels medicaments en un únic espai, que no entri amb conflicte amb les altres funcionalitats del dispositiu des d'on es realitza la gestió. Dins d'aquest espai els usuaris poden veure fàcilment els medicaments, els seus horaris, la seva repetició i la seva durada. Inclús rebre notificacions quant a l'administració de medicaments d'altres usuaris, si així ho desitgen els usuaris.

1.2 Objectius del Treball

L'objectiu principal d'aquest treball és desenvolupar una aplicació web completa per tal de posar pràctica els coneixements adquirits al llarg del màster, documentar tot el procés en una memòria, exposar el treball fet en una presentació i finalment realitzar la defensa davant d'un tribunal universitari. Durant el transcurs del treball es volen assolir els següents objectius:

- Resoldre un problema complex a través de l'anàlisi i la planificació que divideix el treball en tasques menors.
- Incloure factors de risc en la planificació del treball com ara la necessitat d'autoaprenentatge.
- Utilitzar metodologies àgils per autogestionar de forma eficient els recursos escassos dels quals es disposa per fer el treball.
- Desenvolupar un *backend* i un *frontend* des de zero.
- Desenvolupar un *backend* amb NestJS que proporcioni una API REST i ataquí a una base de dades relacional.
- Desenvolupar un *frontend* amb Angular que es comuniqi amb el *backend*.

- Fer servir un entorn de desenvolupament basat en contenidors per eliminar la necessitat d'instal·lar programari a l'ordinador com ara servidors de bases de dades.
- Desplegar l'aplicació web en un entorn de producció en un servidor extern.
- Dur a terme proves d'integració continua.
- Publicar el codi font del *backend* i del *frontend* amb llicència MIT.

Com a mínim hi haurà dos perfils d'usuari, un dels quals tindrà privilegis d'administrador. Els usuaris es poden donar d'alta a l'aplicació web. Els usuaris un cop hagin iniciat la sessió després de registrar-se, poden gestionar els medicaments. Els usuaris poden afegir, eliminar i editar els medicaments i establir o modificar l'horari del tractament així com la repetició i la durada, entenent com a durada la data d'inici del tractament i la data de finalització en cas que n'hi hagi una.

Un cop integrat el *backend* i el *frontend* i s'hagin dut a terme les proves d'integració suficients, es valorarà l'enriquiment de l'aplicació afegint notificacions en temps real a altres usuaris. On s'enviaran notificacions en temps real quant al seguiment del tractament.

1.3 Impacte en sostenibilitat, ètic-social i de diversitat

Aquest treball de final de màster té un impacte directe l'objectiu «3. Salut i benestar», dels disset Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS) 2030 de l'Organització de les Nacions Unides (ONU), ja que pot ajudar a aconseguir la fita:

«3.4 Per al 2030, reduir en un terç la mortalitat prematura per malalties no transmissibles mitjançant la prevenció i el tractament i promoure la salut mental i el benestar».¹

En aquest sentit, l'aplicació web de gestió de medicaments no tan sols ajudarà a seguir el tractament a les persones amb malalties no transmissibles, sinó que ajudarà a totes les persones que hagin de seguir un tractament. Si bé tindrà un impacte major en aquelles persones que han de seguir tractaments perllongats al llarg de la vida, com ara les persones amb malalties cròniques:

«Les malalties cròniques són trastorns de salut de llarga durada que no tenen cura completa i requereixen tractament continu. Aquests trastorns afecten diferents òrgans i sistemes del cos, com ara el cor, els pulmons o el sistema nerviós, i poden limitar la funcionalitat i disminuir la qualitat de vida dels pacients.»²

Per altra banda, el disseny de l'aplicació permet reduir la petjada de carbó i optimitzar l'ús dels recursos. D'aquesta manera s'assoleix l'objectiu «12. Consum i producció sostenible» de l'ODS 2030:

- El codi JavaScript del *frontend* s'executa al dispositiu del client, d'aquesta manera no cal destinar molts recursos al servidor del *frontend*. Altrament, es poden aplicar més optimitzacions per reduir el nombre i la mida dels recursos utilitzats, com ara utilitzar formats de compressió d'imatges moderns que redueixin la mida de les imatges i utilitzar càrrega mandrosa o Progressive Web App per reduir el nombre de dades a transmetre.

1 [Objetivo 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades](#)

2 [Malalties cròniques \[gencat\]](#)

- Un *backend* amb API REST³ és altament escalable, per aquest motiu no cal disposar d'un servidor amb molts recursos a l'inici, ja que posteriorment es poden ampliar els recursos del servidor o incrementar el nombre de servidors a mesura que creixi l'ús de l'aplicació.

Se segueix l'objectiu «10. Reducció de les desigualtats» de l'ODS gràcies a la política de privacitat de les dades en compliment de LOPD⁴ i a la llicència de codi lliure MIT amb la qual es publicarà el codi font de l'aplicació web. D'aquesta manera els usuaris de l'aplicació web poden estar segurs que no es farà cap mal ús de les seves dades i a més poden comprovar que no es fa cap discriminació independentment de la seva edat, sexe, discapacitat, raça, ètnia, origen, religió o situació econòmica o una altra condició.

Finalment, però no per això menys important, la publicació del treball al repositori de la UOC, garanteix la finalitat acadèmica del treball, d'acord amb l'objectiu «4: Garantir una educació inclusiva, equitativa i de qualitat i promoure oportunitats d'aprenentatge durant tota la vida per a tothom» de l'ODS. Aquest objectiu es veu reforçat amb l'accés al codi font de l'aplicació, ja que part de l'aprenentatge exigeix llegir el codi d'altres persones. Cal destacar que s'han utilitzat majoritàriament eines de programari lliure o d'accés lliure perquè tothom que ho desitgi pugui editar, estudiar o analitzar el codi font.

1.4 Enfocament i mètode seguit

Es desenvolupa una aplicació nova perquè no s'ha trobat cap implementació de codi lliure que es pugui ampliar. A l'inici es realitza un benchmarking⁵ per analitzar les aplicacions existents o aquelles aplicacions que proporcionin funcionalitats similars. A partir d'aquesta anàlisi es poden conèixer els punts forts i característiques distintives d'aquest tipus d'aplicació, i també descobrir les tendències de disseny que hi ha en el context al qual ens adrecem. Això permet agilitzar força el desenvolupament de l'aplicació, ja que no hem de destinar gaires recursos a l'etapa inicial d'anàlisi.

Durant el desenvolupament s'utilitza Kanban com a sistema de gestió del treball en curs, ja que permet organitzar el treball en equip o individual. Se selecciona l'eina d'administració de projectes Taiga, abans d'altres alternatives com ara Trello o Jira, perquè Taiga és programari lliure. El panell Kanban per aquest projecte està disponible a:

- <https://tree.taiga.io/project/rbj-gestio-de-medicaments/kanban>

S'utilitzen sis estats que estan vinculats al treball en equip:

- «NEW» nou treball a la cua
- «READY» el treball pot assignar-se a un membre de l'equip
- «IN PROGRESS» hi ha un membre de l'equip que està treballant
- «READY FOR TEST» el treball està a punt perquè un altre membre de l'equip faci proves
- «DONE» el treball està completat

³ [¿Qué es una API de REST? \[Red Hat\]](#)

⁴ [Llei Orgànica de protecció de dades de caràcter personal \[Viquipèdia\]](#)

⁵ [Què és benchmarking? \[Design Toolkit | UOC\]](#)

- «ARCHIVED» la funcionalitat és obsoleta i ha estat substituïda per una altra

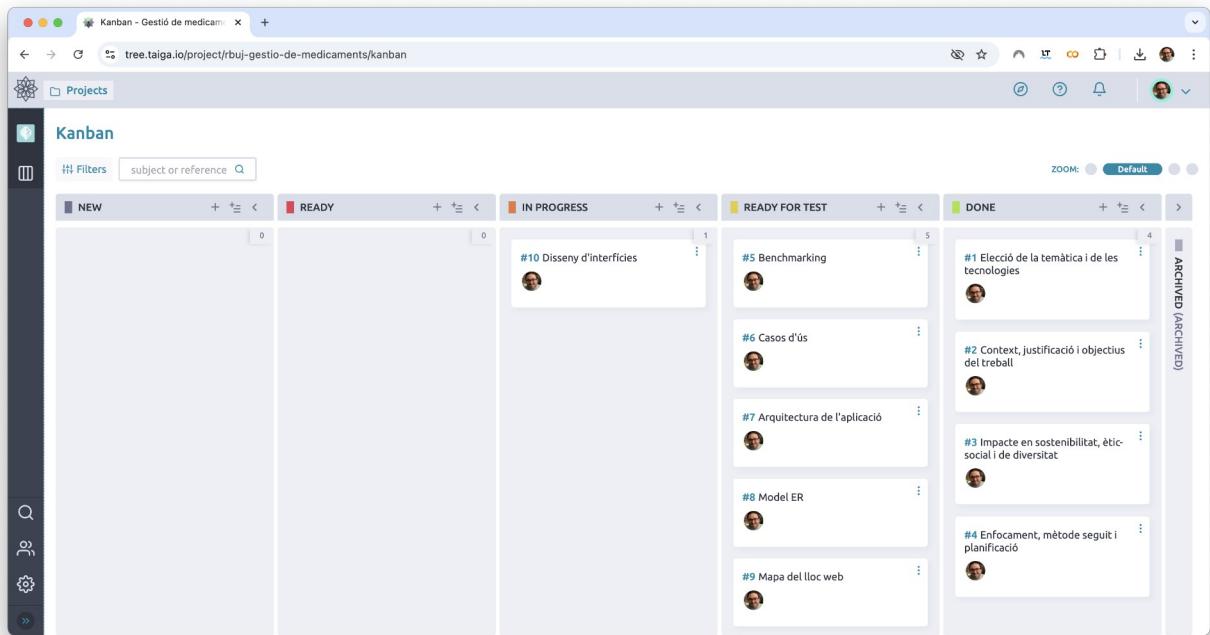


Figura 1: Captura de pantalla de «Taiga»

1.5 Planificació del Treball

La planificació està condicionada a les dates del calendari de l'assignatura. El nombre i la complexitat de les tasques a realitzar està pensat perquè encaixi amb les dates d'entrega i amb el nombre de crèdits de l'assignatura (12 ECTS, que equivalen a unes 300-360 hores de treball).

Per dur a terme la previsió inicial dels recursos necessaris per completar el TFM, es divideix el nombre d'hores de treball de l'assignatura pel nombre de dies disponibles per portar a cap el projecte (103 dies, incloent-hi els caps de setmana), ja que només hi ha una persona que treballa en el projecte. En el càlcul aproximat de les hores de treball diàries, no es tenen en compte les quatre reunions previstes amb el consultor, a més s'utilitza el valor baix de les hores de treball (300 hores) en comptes del valor alt (360 hores), és a dir 25 hores/ECTS en comptes de 30 hores/ECTS.

$$\frac{300 \text{ horas}}{103 \text{ días}} = 3 \text{ horas/día}$$

Figura 2: Nombre d'hores de treball al dia

En el calendari hi ha 4 dates d'entrega que corresponen a les 4 proves d'avaluació contínua (PAC).

PAC	Inici	Fi	Nombre de dies
PAC 1	19/02/2025	01/03/2025	11
PAC 2	02/03/2025	30/03/2025	29
PAC 3	31/03/2025	27/04/2025	28
PAC 4	28/04/2025	01/06/2025	35
		Total:	103

Taula 1: Dates de les proves d'avaluació contínua

Per a calcular el cost aproximat de l'elaboració del Treball, s'estableix un preu de 15 €/h independentment del tipus de tasca (programació, disseny d'UX, etcètera) o rol (programador, dissenyador d'UX, etcètera). En el pressupost hi ha 103 dies de treball normal i 3 dies de treball extra per aplicar els canvis a partir dels comentaris del consultor (revisió).

$$106 \text{ dies} \times 3 \frac{\text{hores}}{\text{dia}} \times 15 \frac{\text{€}}{\text{hora}} = 4.770 \text{ €}$$

Figura 3: Cost aproximat de l'elaboració del Treball

PAC 1: 1. Fase de definició formal i de la pauta de treball a seguir.				
Tasca	Inici	Finalització	Durada	
1.1. Elecció de la temàtica i de les tecnologies	19/02/2025	26/02/2025	8	
1.2. Context, justificació i objectius del treball	27/03/2025	27/02/2025	1	
1.3. Impacte en sostenibilitat, ètic-social i de diversitat	28/03/2025	28/02/2025	1	
1.4. Enfocament, mètode seguit i planificació	01/03/2025	01/03/2025	1	

Taula 2: Tasques PAC 1

PAC 2: Fase d'anàlisi i disseny.				
Tasca	Inici	Finalització	Durada	
2.1. Revisió	22/03/2025	22/03/2025	1	
2.2. Benchmarking	02/03/2025	07/03/2025	6	
2.3. Casos d'ús	08/03/2025	13/03/2025	6	
2.4. Arquitectura de l'aplicació	14/03/2025	16/03/2025	3	
2.5. Model ER	17/03/2025	18/03/2025	2	
2.6. Mapa del lloc web	19/03/2025	20/03/2025	2	
2.7. Disseny d'interfícies	21/03/2025	30/03/2025	10	

Taula 3: Tasques PAC 2

PAC 3: 3. Fase de desenvolupament de l'aplicació web.				
Tasca	Inici	Finalització	Durada	
3.1. Revisió	31/03/2025	31/03/2025	4	
3.2. Desenvolupament del <i>backend</i>	31/03/2025	11/04/2025	12	
3.3. Desenvolupament del <i>frontend</i>	12/04/2025	23/04/2025	12	
3.4. Enrichiment amb notificacions instantànies	24/04/2025	27/04/2025	4	

Taula 4: Tasques PAC 3

PAC 4: 4. Fase final.				
Tasca	Inici	Finalització	Durada	
4.1. Revisió	28/04/2025	28/04/2025	8	
4.2. Proves i millors en l'aplicació	28/04/2025	21/05/2025	24	
4.3. Desplegament en entorn de producció	22/05/2025	25/05/2025	4	
4.4. Presentació del projecte	26/05/2025	29/05/2025	4	
4.5. Vídeo de la defensa del projecte	30/05/2025	31/05/2025	2	
4.6. Informe d'autoavaluació	01/06/2025	01/06/2025	1	

Taula 5: Tasques PAC 4

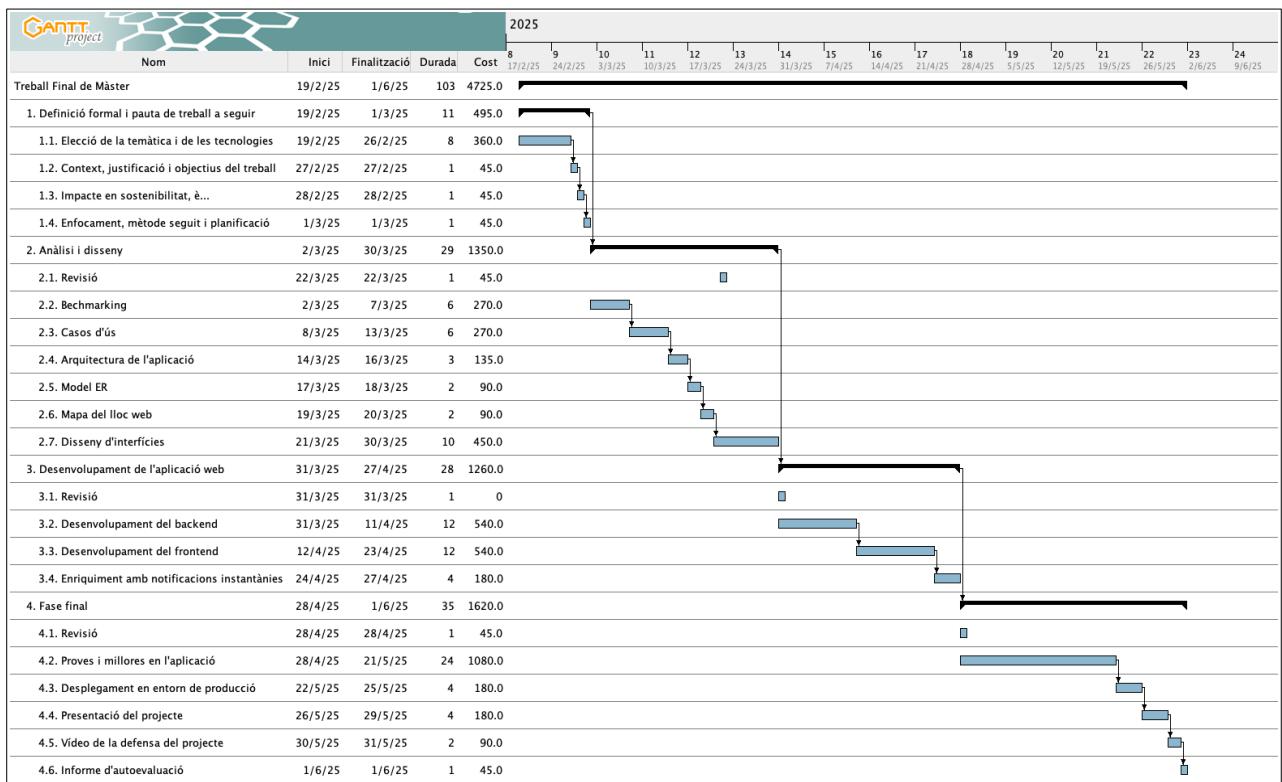


Figura 4: Diagrama de Gantt amb la planificació temporal de cada tasca

2 Anàlisi de mercat i viabilitat

2.1 Criteris de l'anàlisi de la competència.....	10
2.2 Taula de resum de l'anàlisi de la competència.....	14
2.3 Definició del públic objectiu.....	14
2.4 Anàlisi de la viabilitat.....	15

En el mercat hi ha diverses aplicacions que gestionen els recordatoris per prendre la medicació i alhora fer-ne el seguiment. Per a dur a terme l'anàlisi de mercat s'han triat les tres aplicacions mòbils més utilitzades actualment: *MyTherapy*, *Medisafe* i *Recordatorio de Medicamentos*. Totes tres s'instal·len des de la botiga d'aplicacions del dispositiu, actualment estan disponibles tant per a Android com per a iOS.

En les tres aplicacions a iOS, l'usuari pot habilitar els avisos crítics, que són notificacions especials que poden emetre sons i aparèixer a la pantalla bloquejada fins i tot quan el dispositiu està en mode «No molestar» o silenciat. Aquestes alertes estan dissenyades per a situacions importants, com ara recordatoris mèdics o emergències, i requereixen permisos específics per activar-se.

Medisafe

<https://www.medisafe.com/>

L'aplicació *Medisafe* permet l'ajust de medicacions i dosis, la freqüència de la presa i l'activació d'alarms a les hores programades. Aquesta app també recull l'historial del progrés en la presa de medicació que l'usuari pot mostrar al metge o al farmacèutic. L'aplicació permet documentar l'estat de l'usuari i fer-se el seguiment amb tres mesures preestablertes (pes, pressió arterial i nivell de dolor) no obstant l'usuari en pot crear de noves i personalitzades. També permet gestionar les cites i les visites al metge així com l'estoc dels medicaments.

L'aplicació permet afegir un «*Medamigo*» que serà avisat per correu electrònic, missatge de text o trucada telefònica si l'usuari no pren la dosi. També permet gestionar el tractament de diverses persones com ara altres membres de la família.

Preu: gratuït amb possibilitat de pagament per serveis addicionals. (4,99 €/mes o 39,99 €/any)

Idioma: disponible en diversos idiomes, no està inclòs el català però sí el castellà.

MyTherapy

<https://www.mytherapyapp.com>

Les funcions principals de l'aplicació *MyTherapy* són proporcionar recordatoris per a la presa de medicaments, cites mèdiques i mesuraments de salut, ajudant els usuaris a mantenir el seu tractament al dia. A més, permet documentar automàticament les preses de medicaments, realitzades o saltades, i afegir notes personals per a un seguiment més detallat. També inclou un diari de salut actualitzat que ofereix una visió completa del tractament i el benestar de l'usuari.

Una altra funció clau és la seva capacitat per generar informes de salut i plans de medicació que es poden compartir fàcilment amb metges, optimitzant les consultes mèdiques. L'aplicació també permet registrar símptomes i mesuraments com ara la pressió arterial o el sucre a la sang, oferint un panorama clar de l'evolució del tractament. L'aplicació també pot generar alertes per renovar medicaments.

També disposa d'una base de dades molt àmplia que recull tota mena de tractaments. Els medicaments es poden afegir al tractament amb la lectura del codi de barres o introduint les dades del medicament.

Preu: gratuït

Idioma: disponible en diversos idiomes, inclòs el català.

Recordatorio de Medicamentos

<https://apps.apple.com/es/app/recordatorio-de-medicamentos/id816347839>

https://play.google.com/store/apps/details?id=com.aidareminder.pillreminder&hl=es_ES

L'aplicació «Recordatorio de Medicamentos» permet gestionar els recordatoris per seguir el tractament. Els recordatoris poden ajustar-se a diverses necessitats, com ara horaris específics, cicles recurrents o períodes de descans. L'aplicació permet afegir usuaris i associar-los a un tractament. L'aplicació també permet gestionar l'estoc de medicaments i llança notificacions quan cal reabastir-se. La seva interfície d'usuari és amigable i assegura una experiència pràctica, cosa que permet als usuaris registrar les preses de medicaments com a realitzades o pendents i adaptar-se fàcilment a canvis en els horaris. L'aplicació garanteix l'accessibilitat i ofereix suport per a persones amb discapacitat visual, mode fosc i ajusts segons la mida de lletra del dispositiu.

Entre les seves característiques clau, l'aplicació inclou funcions com ara alertes anticipades, reprogramació de dosis, recordatoris de cites mèdiques i suport per a medicaments presos només ocasionalment. També ofereix eines addicionals, com ara un calendari, integració de notes i la possibilitat d'enviar informes detallats a metges. A més, permet personalitzar l'experiència amb funcions com ara fotos dels medicaments, múltiples perfils d'usuari i opcions avançades: gestió de fonts de dades, personalització del so de l'alarma...

Preu: gratuït (com a màxim es poden establir 2 recordatoris) amb possibilitat de pagar per a la versió sense limitacions (2,99 €).

Idioma: disponible en diversos idiomes, no està inclòs el català però sí el castellà.

2.1 Criteris de l'anàlisi de la competència

Com a punt de partida, es realitza un benchmarking per avaluar si la competència compleix els criteris mínims establerts. Els criteris recullen les accions que pot dur a terme un usuari i es classifiquen en 3 blocs:

1. Aquelles relacionades amb el seu perfil
2. Aquelles relacionades amb el seguiment del tractament
3. Aquelles relacionades amb l'enviament de notificacions a altres persones

Criteri: 1.A - L'usuari pot utilitzar l'aplicació sense autenticar-se

Les tres aplicacions es poden utilitzar sense crear un compte d'usuari. El compte d'usuari en *Medisafe* i *MyTherapy* permet mantenir una còpia de seguretat de les dades a un servidor extern i restaurar-les en cas d'instal·lar de nou l'aplicació. En canvi, en «R. de medicamentos» la còpia de seguretat es pot fer a *iCloud* o bé enviar-la per correu electrònic.

Criteri: 1.B - L'usuari pot crear un compte

El compte d'usuari es pot crear en *Medisafe* i *MyTherapy* quan s'inicia per primera vegada l'aplicació, en ambdues aplicacions es pot ometre aquest pas i registrar-se més endavant.

Criteri: 1.C - l'usuari pot iniciar la sessió al seu compte

En *Medisafe* i *MyTherapy*, la sessió s'inicia automàticament un cop es completa el registre i no cal autenticar-se de nou si es torna a obrir l'aplicació. Els passos per a iniciar la sessió en ambdues aplicacions són gairebé idèntics als del registre. En iOS, les contrasenyes es poden recuperar fàcilment des de l'aplicació de gestió de contrasenyes de l'*iCloud* així com mitjançant altres aplicacions per gestionar les contrasenyes. Actualment, ambdues aplicacions no permeten l'autenticació en dos factors i només permeten autenticar-se amb correu electrònic i contrasenya.

Criteri: 1.D - l'usuari pot tancar la sessió del seu compte

En *Medisafe* i *MyTherapy*, els usuaris poden tancar la sessió encara que ambdues aplicacions han estat dissenyades per deixar la sessió iniciada. Abans de tancar la sessió es mostra un diàleg de confirmació. En *MyTherapy*, el panell lateral agilitza el tancament de la sessió.

Criteri: 1.E - l'usuari pot eliminar el seu compte

En *Medisafe* i *MyTherapy*, els usuaris poden eliminar el compte. Abans d'eliminar el compte es mostra un diàleg per confirmar l'eliminació.

Criteri: 1.F - l'usuari pot modificar el seu perfil

En les aplicacions que permeten autenticar-se i tenir un compte, *Medisafe* i *MyTherapy*, la gestió de les dades les credencials i del perfil es realitza des de dos llocs ben diferenciats. A part del perfil predeterminat, les tres aplicacions permeten gestionar altres perfils per exemple altres membres de la família. No obstant això, només es té en compte el perfil predeterminat, ja que la implementació inicial només té en compte la gestió del tractament d'una sola persona. Camps del perfil de l'usuari:

Medisafe	MyTherapy	R. de medicamentos
Nom	Àlies	Àlies
Cognoms	País	Imatge
Sexe	Codi postal	
Data de naixement	Sexe	
Tema (UI)	Any de naixement	
Codi postal	Referència d'unitat	
Imatge	Pes	
	Alçada	
	IMC	
	Imatge	

Taula 6: Dades al perfil de l'usuari

Criteri: 2.A - l'usuari pot afegir un medicament

En afegir un medicament es mostra un assistent amb la seqüència lògica. Primer cercar el medicament pel nom, introduir la periodicitat a nivell de dia, introduir la periodicitat a nivell d' hora i establir l'inici i el final del tractament si n'hi ha. *Medisafe* permet afegir ràpidament medicaments amb les accions ràpides. *MyTherapy* permet cercar el medicament amb l'escaneig del codi de barres. R. de medicamentos agilitza el procés de creació reduint el nombre de pantalles.

Criteri: 2.B - l'usuari pot editar un medicament

«R. de medicamentos» mostra els mateixos diàlegs quan s'afegeix un medicament: detalls principals, programació i altres paràmetres/informació. En canvi, tant *Medisafe* com *MyTherapy* agrupen les propietats del medicament i utilitzen un diàleg per a cada grup. En les tres aplicacions, si es modifica alguna propietat i es cancel·la l'edició sense desar els canvis es mostra un diàleg de confirmació.

En l'aplicació *Medisafe*, després de clicar el medicament al llistat de medicaments, es mostra una pantalla amb el resum del medicament, on l'usuari ha de clicar a «Editar». Aquesta pantalla es pot ometre.

Criteri: 2.C - l'usuari pot eliminar un medicament

L'eliminació del medicament es realitza de dues formes diferents: menú emergent d'accions (R. De Medicamentos), dins de l'edició del medicament (*Medisafe* i *MyTherapy*).

Medisafe i «R. de medicamentos» mostren un diàleg per si es vol esborrar o mantenir l'historial en eliminar el medicament. *MyTherapy* només mostra un diàleg de confirmació.

En *MyTherapy* només es pot eliminar un medicament si no està suspès, abans s'ha d'activar.

Criteri: 2.D - l'usuari pot suspendre un medicament

En les tres aplicacions es mostra un diàleg de confirmació per a suspendre una medicació. La suspensió es realitza de dues formes diferents: menú emergent d'accions (R. De Medicamentos), dins de l'edició del medicament (*Medisafe* i *MyTherapy*).

Criteri: 2.E - l'usuari pot reprendre un medicament

«R. de Medicamentos» és l'única aplicació que mostra un missatge de confirmació abans de reprendre un medicament. A més, en les altres dues aplicacions s'ha d'editar el medicament per a reprendre'l, mentre que «R. de Medicamentos» es reprèn a través del menú emergent de la pàgina amb el llistat de medicaments, i no cal editar-lo.

Criteri: 2.F - l'usuari pot accedir a la medicació del dia

Les tres aplicacions mostren aquesta acció com a l'element més important de l'aplicació en situar-lo com la primera acció en menú inferior.

MyTherapy només mostra la medicació pendent del dia, aquella que no s'ha pres. L'historial es pot consultar a «Progrés».

Les altres dues aplicacions permeten canviar el dia i veure l'estat de la medicació. *Medisafe* permet navegar per dies amb un control lliscant amb set dies. «R. de medicamentos» permet canviar al dia anterior o següent amb fletxes de navegació; no obstant això, l'historial es pot consultar a «Calendario».

Criteri: 2.G - l'usuari pot confirmar la presa de la medicació

Els usuaris accedeixen a la medicació diària i confirmen que han pres la medicació.

En *Medisafe* i en «R. De Medicamentos» es marquen amb una icona els medicaments que l'usuari s'ha pres per diferenciar dels que no s'ha pres encara. «R. De Medicamentos», en el menú principal té l'opció «Calendario» per veure l'historial en un calendari a part de permetre navegar al dia següent o anterior en la medicació diària.

En *MyTherapy* s'elimina el medicament de la medicació diària en confirmar que s'han pres, només es mostren les medicacions pendents. Quan l'usuari s'ha pres totes les medicacions només es mostra el nombre de tasques dutes a terme.

En l'aplicació *Medisafe*, si es confirma el medicament en una hora diferent de l'establerta, pregunta a l'usuari si vol canviar l'hora.

Criteri: 2.H - l'usuari rep recordatoris per prendre la medicació

Les tres aplicacions mostren la notificació amb el recordatori perquè l'usuari prengui la medicació. Per defecte, «Recordatorio de Medicamentos» torna a llançar una notificació si l'usuari no confirma que ha pres la medicació cada deu minuts.

Criteri: 3.A - el sistema notifica a altres persones quan l'usuari no pren la medicació

L'única aplicació que permet afegir una persona de contacte a la que se li enviaran notificacions en cas que l'usuari no segueixi la medicació és *Medisafe*. Les notificacions s'envien en cas que l'usuari no confirmi que ha pres el medicament, trenta minuts després de l'hora per prendre la medicació.

Per defecte, la invitació s'envia per correu electrònic si l'usuari només proporciona el correu electrònic de la persona de contacte. Si es proporciona el número de telèfon, s'envia la invitació per SMS.

La persona de contacte ha de tenir instal·lada l'aplicació *Medisafe* al seu dispositiu mòbil per a poder introduir el codi de vinculació alfanumèric. Si ja té un compte pot clicar a la icona superior de l'usuari i clicar a introduir un codi al plafó lateral. Si l'usuari no vol crear-se un compte pot introduir el codi de vinculació a la pantalla d'inici.

Un cop finalitzada la vinculació la persona de contacte rebrà les notificacions en cas que l'usuari no prengui la medicació. A més, també veurà la medicació si l'usuari així ho ha establert.

2.2 Taula de resum de l'anàlisi de la competència

#	Criteri	Medisafe	MyTherapy	R. de medicaments
1.A	L'usuari pot utilitzar l'aplicació sense autenticar-se	X	X	X
1.B	L'usuari pot crear un compte	X	X	
1.C	L'usuari pot iniciar la sessió al seu compte	X	X	
1.D	L'usuari pot tancar la sessió del seu compte	X	X	
1.E	L'usuari pot eliminar el seu compte	X	X	
1.F	L'usuari pot modificar el seu perfil	X	X	X
2.A	L'usuari pot afegir un medicament	X	X	X
2.B	L'usuari pot editar un medicament	X	X	X
2.C	L'usuari pot eliminar un medicament	X	X	X
2.D	L'usuari pot suspendre un medicament	X	X	X
2.E	L'usuari pot reprendre un medicament	X	X	X
2.F	L'usuari pot accedir a la medicació del dia	X	X	X
2.G	L'usuari pot confirmar la presa de la medicació	X	X	X
2.H	L'usuari rep recordatoris per prendre la medicació	X	X	X
3.A	El sistema notifica a altres persones quan l'usuari no pren la mediació	X		
		15	14	10

Taula 7: Resum del benchmarking

X compleix el criteri

2.3 Definició del públic objectiu

El perfil de persona que pot utilitzar l'aplicació de gestió de medicaments inclou una àmplia varietat de persones, com ara:

Gent gran amb múltiples prescripcions. Moltes persones grans prenen diversos medicaments al dia per tractar diverses condicions de salut, com ara la hipertensió, la diabetis o problemes cardíacs. La complexitat d'aquests tractaments combinada amb possibles problemes de memòria fa que les aplicacions de gestió de medicaments siguin eines valioses per evitar oblis o errors en la dosificació.

Pacients amb malalties cròniques. Les persones que s'han d'annexionar a un tractament a llarg termini, com ara persones amb asma, artritis reumatoide o trastorns autoimmunes. Aquests pacients

necessiten un sistema que els recordi les dosis i els ajudi a monitoritzar la dosificació. L'aplicació de gestió de medicaments pot oferir alertes personalitzades i registres de seguiment per tal de facilitar aquesta gestió.

Cuidadors i familiars. Les persones que assisteixen a pacients, ja siguin nens, gent gran o persones amb alguna discapacitat, sovint tenen la responsabilitat d'administrar medicaments. Les aplicacions de recordatoris de medicaments poden ser un suport de gran valor en proporcionar recordatoris, llistes organitzades i funcions de monitorització que simplifiquin la seva tasca.

Persones amb estils de vida ocupats. Les persones que tenen les agendes plenes o bé es distreuen fàcilment, la tasca de recordar prendre els medicaments a l'hora pot ser un tot un desafiament. L'aplicació de gestió de medicaments pot oferir notificacions oportunes, integrar recordatoris a la seva rutina diària i reduir el risc d'oblits, especialment en tractaments temporals com antibiòtics.

Pacients en recuperació després d'una cirurgia o tractament mèdic. Les persones que necessiten seguir un pla mèdic detallat durant un període específic poden beneficiar-se d'aplicacions que no només recorden les dosis, sinó que també ofereixen funcions de seguiment, com ara registrar efectes secundaris o el progrés en la recuperació.

Individus amb déficit d'atenció o problemes de memòria. Persones que, per condicions com el TDAH, lesions cerebrals o deteriorament cognitiu lleu, s'enfronten a la dificultat de recordar detalls importants, poden trobar en l'aplicació de gestió de medicaments un recurs fiable que els mantingui organitzats.

Persones interessades en la salut i el benestar. Fins i tot els qui no tenen malalties cròniques poden utilitzar aplicacions d'aquest tipus per gestionar suplements, vitamines o altres productes relacionats amb la salut, assegurant-se de mantenir bons hàbits i evitar sobredosis accidentals.

Pacients amb tractaments complexos o personalitzats. Alguns tractaments inclouen combinacions específiques de medicaments en diferents horaris o dies. L'aplicació de gestió de medicaments pot ajudar a organitzar aquesta complexitat i proporcionar claredat i reduir l'estrés associat amb tractaments avançats.

2.4 Anàlisi de la viabilitat

L'arquitectura REST permet una escalabilitat horitzontal, per la qual cosa es poden augmentar el nombre de servidors que gestionen les peticions a l'API a mesura que creixi l'ús de l'aplicació. Així doncs, no caldria fer una inversió inicial elevada a l'inici del projecte. A més, el *frontend* s'executa al dispositiu del client, això redueix considerablement el nombre de recursos necessaris al servidor.

Les eines i els *frameworks* necessaris per a desenvolupar l'aplicació són gratuïts, per aquest motiu només hem de tenir en compte els recursos humans. No es tenen en compte altres recursos com ara el cost energètic d'utilitzar un ordinador per desenvolupar l'aplicació, l'amortització de l'ordinador i el cost d'accés a Internet, ja que el desenvolupament de l'aplicació es realitza des de casa. Per una altra banda, el desplegament de l'aplicació es pot realitzar en un servei gratuït d'allotjament. En aquest treball final s'ha desplegat l'aplicació a AWS per motius d'escalabilitat i de disponibilitat.

Des del punt de vista tècnic, l'aplicació es desenvolupa mitjançant els *frameworks* d'Angular i de NestJS. Actualment, ambdós són programari lliure, tenen un desenvolupament actiu durant els últims anys i compten amb una comunitat d'usuaris amplia que en garanteix la continuïtat, ja que moltes empreses líders els utilitzen. El servidor de bases de dades relacionals de codi lliure PostgreSQL també és utilitzat àmpliament, i també disposa d'una gran comunitat d'usuaris.

El tret distintiu de l'aplicació, que el diferencia de la resta d'aplicacions existent, és que es pot executar en qualsevol plataforma, mentre que les altres aplicacions només es poden executar en un telèfon mòbil i una tauleta. Les aplicacions ofereixen funcionalitats diferents segons la plataforma (iOS o Android), fet que dificulta el desenvolupament de l'aplicació, augmentant els costos de desenvolupament i manteniment, on coexisteixen dues comunitats d'usuaris, una per cada plataforma.

L'aplicació es publica amb una llicència de codi lliure, per tant, es poden utilitzar els models de negoci estàndards del programari lliure. On tothom pot aportar modificacions que corregeixin errors o vulnerabilitats, o bé afegeixin noves funcionalitats. En el cas que la persona interessada de les millors o correccions no pugui fer-les ella mateixa pot pagar a un desenvolupador perquè les faci, fins i tot pot fer donacions als desenvolupadors per les contribucions fites.

3 Anàlisis del sistema

3.1 Casos d'ús.....	18
3.2 Model ER.....	28
3.3 Arquitectura de l'aplicació.....	29
3.3.1 Patró de disseny Model-Vista-Controlador (MVC).....	29
3.3.2 REST API.....	30
3.3.3 TypeORM.....	30
3.3.4 Gestor de tasques.....	31
3.3.5 Firebase Cloud Messaging.....	31
3.3.6 Redux.....	31

3.1 Casos d'ús

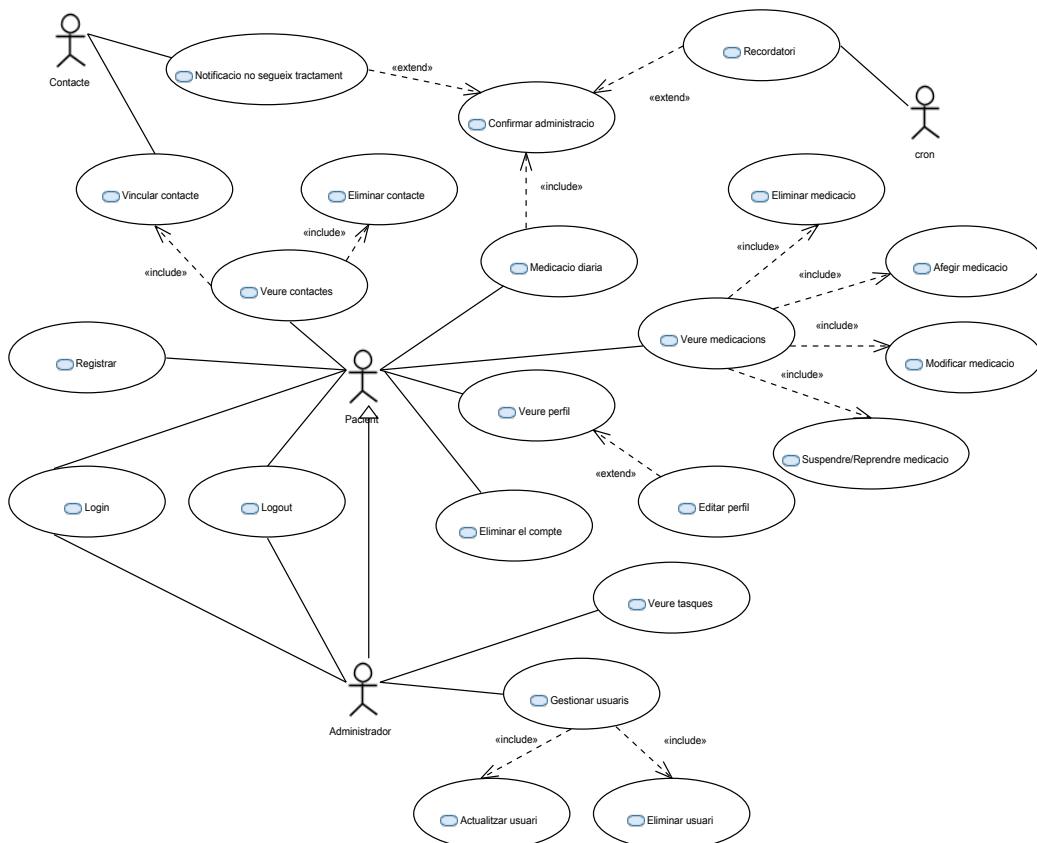


Figura 5: Cas d'ús gestió de medicaments

Cas d'ús	Registrar
Actor principal	Pacient
Precondició	El pacient no s'ha autenticat al sistema i la sessió no està activa
Garanties mínimes en cas d'èxit	Donar d'alta a un pacient nou al sistema que no sobreescrigui un usuari existent
Nivell	Usuari
Àmbit	Sistema
Escenari principal d'èxit	<ol style="list-style-type: none"> El pacient proporciona les credencials d'accés i les seves dades personals El sistema verifica que les dades proporcionades són vàlides El sistema verifica que les dades no han estat proporcionades per cap altre pacient anteriorment el sistema dona d'alta al pacient el sistema notifica al pacient que el registre s'ha fet correctament
Escenaris alternatius	<ol style="list-style-type: none"> El sistema detecta que les dades proporcionades no són vàlides i demana al pacient que modifiqui els camps amb errors de validació. El sistema detecta que el correu electrònic, el nom d'usuari o ambdós ja els

	té un pacient existent al sistema, per tant, no pot donar registrar el pacient nou.
--	---

Taula 8: Cas d'ús registrar

Cas d'ús	Login
Actor principal	Pacient o administrador
Precondició	El pacient no s'ha autenticat al sistema i la sessió no està activa
Garanties mínimes en cas d'èxit	Tenir accés als elements en funció del rol
Nivell	Tasca
Àmbit	Sistema
Escenari principal d'èxit	<ol style="list-style-type: none"> 1. Un pacient o l'administrador proporciona les credencials d'accés 2. El sistema comprova que les credencials són vàlides 3. El sistema mostra els elements als quals té accés l'usuari segons el seu perfil
Escenaris alternatius	2a. Les credencials proporcionades no són vàlides i el sistema mostra un missatge d'error sense detallar si és el nom d'usuari o la contrasenya.

Taula 9: Cas d'ús login

Cas d'ús	Logout
Actor principal	Pacient o administrador
Garanties mínimes en cas d'èxit	Tancar la sessió i deixar de tenir accés als elements en funció del rol
Precondició	Usuari autenticat al sistema
Nivell	Tasca
Àmbit	Sistema
Escenari principal d'èxit	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'usuari tanca la sessió 2. El sistema tanca la sessió 3. El sistema només mostra els elements que no requereixen autenticació

Taula 10: Cas d'ús logout

Cas d'ús	Veure perfil
Actor principal	Pacient o administrador
Garanties mínimes en cas d'èxit	Veure les dades del perfil de l'usuari autenticat

Precondició	Usuari autenticat al sistema
Nivell	Usuari
Àmbit	Sistema
Escenari principal d'èxit	1. L'usuari accedeix al seu perfil 2. El sistema mostra les dades del seu perfil
Escenaris alternatius	1a. L'usuari no està autenticat 1a1. El sistema abans de mostrar el perfil demana que s'autentifiqui (veure cas d'ús login)

Taula 11: Cas d'ús veure perfil

Cas d'ús	<i>Editar perfil</i>
Garanties mínimes en cas d'èxit	Desar els canvis fets al perfil de l'usuari.
Actor principal	Pacient o administrador
Nivell	Usuari
Àmbit	Sistema
Escenari principal d'èxit	1. L'usuari accedeix al seu perfil i modifica alguna de les dades 2. El sistema mostra l'opció de desar els canvis 3. L'usuari desa els canvis 2. El sistema verifica que les dades proporcionades són vàlides 3. El sistema desa els canvis al perfil de l'usuari
Escenaris alternatius	1a. L'usuari canvia de pàgina sense desar els canvis 1a1. El sistema mostra un diàleg de confirmació informat a l'usuari si vol cancel·lar els canvis. 1a1a l'usuari confirma que vol cancel·lar els canvis 1a1a1 No es desen els canvis al perfil i es canvia la pàgina 1a1b l'usuari confirma que no vol cancel·lar els canvis 1a1b1 No es canvia la pàgina i l'usuari continua editant el perfil 2a. El sistema detecta que alguna de les dades introduïdes per l'usuari no són vàlides. 2a1. El sistema informa a l'usuari quin camp o camps no són vàlids perquè els canviï. 3a El sistema no pot desar els canvis 3a1. El sistema mostra un missatge d'error

Taula 12: Cas d'ús editar perfil

Cas d'ús	Veure medicacions
Garanties	Veure de forma resumida tota la medicació del pacient

mínimes en cas d'èxit	
Actor principal	Pacient
Nivell	Usuari
Àmbit	Sistema
Escenari principal d'èxit	1. L'usuari accedeix al llistat de la medicació. 2. El sistema mostra tota la medicació amb les freqüències.
Escenaris alternatius	2a. El pacient no ha introduït cap medicació. 2a1. El sistema mostra una llista buida.

Taula 13: Cas d'ús veure medicacions

Cas d'ús	Recordatori
Actor principal	Pacient
Actor de suport	Cron (tasques - sistema)
Nivell	Usuari
Àmbit	Tasca
Escenari principal d'èxit	1. El gestor de tasques cron del sistema envia una notificació al pacient com a recordatori perquè prengui la medicació. 2. El dispositiu del pacient rep la notificació 3. El dispositiu del pacient mostra la notificació 4. El pacient clica la notificació i accedeix a la medicació diària on pot confirmar que ha pres la medicació 5. Veure cas d'ús «confirmar administració»
Escenaris alternatius	2a. El dispositiu no rep el recordatori 3a. El dispositiu no mostra les notificacions 4a. El pacient no fa cas del recordatori

Taula 14: Cas d'ús eliminar contacte

Cas d'ús	Medicació diària
Garanties mínimes en cas d'èxit	Veure de forma resumida les següents administracions de medicació si n'hi ha
Actor principal	Pacient
Nivell	Usuari
Àmbit	Sistema
Escenari principal d'èxit	1. El pacient accedeix al llistat de les següents administracions 2. El sistema mostra les següents administracions ordenades cronològicament
Escenaris	2a. El pacient no ha introduït cap medicació.

alternatius	2a1. El sistema mostra un avís quant a la medicació està buida 2b. El pacient no ha introduït la freqüència en cap element de la medicació 2b1. El sistema mostra un avís quant a la medicació està buida
-------------	---

Taula 15: Cas d'ús medicació diària

Cas d'ús	Confirmar administració
Actor principal	Pacient
Garanties mínimes en cas d'èxit	El pacient confirma l'administració de la medicació
Actor de suport	Persona de contacte
Nivell	Usuari
Àmbit	Sistema
Escenari principal d'èxit	1. El pacient confirma l'administració de la medicació. 2. El sistema emmagatzema la data i hora de la confirmació
Escenaris alternatius	1a. El pacient no confirma l'administració de la medicació. 1a1. Passat el temps d'espera, el sistema envia una notificació a la persona de contacte si n'hi ha.

Taula 16: Cas d'ús confirmar administració

Cas d'ús	Afegir medicació
Actor principal	Pacient
Garanties mínimes en cas d'èxit	El sistema emmagatzema les dades del nou element en la medicació del pacient
Nivell	Usuari
Àmbit	Sistema
Escenari principal d'èxit	1. El pacient proporciona les dades de l'element nou en la medicació. 2. El sistema verifica que les dades siguin vàlides. 3. El sistema emmagatzema les dades de l'element nou en la medicació. 4. El sistema mostra tots els elements de la medicació (veure cas d'ús veure medicació)
Escenaris alternatius	2a. El sistema detecta que les dades no són vàlides. 2a1. El sistema mostra al pacient els camps que no són vàlids.

Taula 17: Cas d'ús afegir medicació

Cas d'ús	Modificar medicació
----------	---------------------

Actor principal	Pacient
Garanties mínimes en cas d'èxit	El pacient vol efectuar algun canvi a un element en la medicació i que el sistema desi els canvis.
Nivell	Usuari
Àmbit	Sistema
Escenari principal d'èxit	<ol style="list-style-type: none"> 1. El pacient selecciona l'element de la medicació que vol modificar 2. El pacient modifica l'element de la medicació 3. El sistema verifica que les dades siguin vàlides. 4. El sistema emmagatzema les dades de l'element nou en la medicació. 5. El sistema mostra tots els elements de la medicació (veure cas d'ús veure medicació)
Escenaris alternatius	<ol style="list-style-type: none"> 2a. El pacient cancel·la la modificació <ol style="list-style-type: none"> 2a1. Pas 5 2b. El pacient no modifica cap dada <ol style="list-style-type: none"> 2b1. Pas 5 3a. El sistema comprova que algun dels camps no és vàlid <ol style="list-style-type: none"> 3a1. El sistema avisa al pacient el camp que no és vàlid

Taula 18: Cas d'ús modificar medicació

Cas d'ús	Eliminar medicació
Actor principal	Pacient
Garanties mínimes en cas d'èxit	El sistema elimina un element de la medicació del pacient
Nivell	Usuari
Àmbit	Sistema
Escenari principal d'èxit	<ol style="list-style-type: none"> 1. El pacient selecciona l'element de la medicació que vol eliminar 2. El sistema avisa al pacient si està segur que vol eliminar l'element de la medicació 3. El pacient confirma l'eliminació 4. El sistema elimina la medicació i les programacions de la medicació 5. El sistema mostra tots els elements de la medicació (veure cas d'ús veure medicació)
Escenaris alternatius	<ol style="list-style-type: none"> 3a. El pacient cancel·la l'eliminació <ol style="list-style-type: none"> 3a1. Pas 5

Taula 19: Cas d'ús eliminar medicació

Cas d'ús	Suspendre medicació
Actor principal	Pacient

Garanties mínimes en cas d'èxit	El sistema suspèn un element de la medicació del pacient. Es desactiven els recordatoris, l'opció de prendre el medicament i l'enviament de notificacions a les persones de contacte si n'hi ha.
Nivell	Usuari
Àmbit	Sistema
Escenari principal d'èxit	<ol style="list-style-type: none"> 1. El pacient selecciona l'element de la medicació que vol suspendre. 2. El sistema avisa al pacient si està segur que vol suspendre l'element de la medicació. 3. El pacient confirma la suspensió. 4. El sistema suspèn l'element de la medicació. 5. El sistema mostra tots els elements de la medicació (veure cas d'ús veure medicació).
Escenaris alternatius	<ol style="list-style-type: none"> 3a. El pacient cancel·la la suspensió. <ol style="list-style-type: none"> 3a1. Pas 5. 4a. No es pot activar el medicament. <ol style="list-style-type: none"> 4a1. El sistema mostra un missatge d'error.

Taula 20: Cas d'ús suspendre medicació

Cas d'ús	Reprendre medicació
Actor principal	Pacient
Garanties mínimes en cas d'èxit	El sistema reprèn un element de la medicació del pacient. Es tornen a activar els recordatoris, l'opció de prendre el medicament i l'enviament de notificacions a les persones de contacte si n'hi ha.
Nivell	Usuari
Àmbit	Sistema
Escenari principal d'èxit	<ol style="list-style-type: none"> 1. El pacient selecciona l'element de la medicació que vol reprendre. 2. El sistema activa l'element de la medicació.
Escenaris alternatius	<ol style="list-style-type: none"> 2a. No es pot activar el medicament. <ol style="list-style-type: none"> 2a1. El sistema mostra un missatge d'error.

Taula 21: Cas d'ús reprendre medicació

Cas d'ús	Recordatori
Actor principal	Cron
Actor de suport	Pacient
Nivell	Tasca
Àmbit	Sistema
Escenari principal d'èxit	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema inicia l'execució de la tasca planificada. 2. El sistema comprova que el pacient no ha confirmat que ha pres el medicament.

	3. el sistema envia una notificació al pacient. 4. el pacient rep el recordatori per prendre la medicació.
Escenaris alternatius	2a. El pacient ha confirmat que ha pres la medicació. 2a1. El sistema no envia cap recordatori.

Taula 22: Cas d'ús recordatori

Cas d'ús	Notificació no segueix tractament
Actor de suport	Persona de contacte
Garanties mínimes en cas d'èxit	La persona de contacte rep la notificació
Nivell	Usuari
Àmbit	Sistema
Escenari principal d'èxit	1. El sistema envia una notificació a la persona de contacte. 2. La persona de contacte rep la notificació.
Escenaris alternatius	1a. El sistema no pot enviar la notificació a la persona de contacte. 1a1. La persona de contacte no rep la notificació.

Taula 23: Cas d'ús notificació no segueix tractament

Cas d'ús	Veure contactes
Actor principal	Pacient
Garanties mínimes en cas d'èxit	El pacient vol veure de forma resumida la llista de contactes als quals se'ls enviarà una notificació en cas que no confirmi l'administració.
Nivell	Usuari
Àmbit	Sistema
Escenari principal d'èxit	1. El pacient selecciona l'opció per veure els contactes 2. El sistema mostra els contactes
Escenaris alternatius	2a. La llista de contactes està buida. 2a1. El sistema en comptes de mostrar la llista de contactes, mostra un missatge: la llista està buida.

Taula 24: Cas d'ús veure contactes

Cas d'ús	Vincular contacte
Actor principal	Pacient
Actor de suport	Persona de contacte
Nivell	Usuari

Àmbit	Sistema
Escenari principal d'èxit	<ol style="list-style-type: none"> 1. El pacient proporciona les dades de la persona de contacte. 2. El sistema verifica que les dades de la persona de contacte siguin vàlides. 3. El sistema envia un missatge a la persona de contacte perquè confirmi el vincle. 4. La persona de contacte confirma al sistema la vinculació. 5. El sistema afegeix el contacte a la llista de contactes. 6. El sistema avisa a l'usuari que s'ha completat la vinculació.
Escenaris alternatius	<ol style="list-style-type: none"> 1a. Les dades de contacte són les mateixes que les del pacient <ol style="list-style-type: none"> 2a1. El sistema avisa que no es pot fer l'operació 1b. Les dades de contacte són d'un usuari administrador <ol style="list-style-type: none"> 2b1. El sistema avisa que no es pot fer l'operació, l'usuari no existeix. 2c. El sistema detecta que les dades no són vàlides. <ol style="list-style-type: none"> 2c1. El sistema avisa al pacient quin camp no és vàlid. 3a. El sistema no pot enviar el missatge perquè les dades de contacte no són vàlides. <ol style="list-style-type: none"> 3a1. El sistema avisa al pacient que no s'ha pogut posar en contacte amb la persona de contacte. 3a2. El sistema cancel·la la vinculació. 4a. La persona de contacte confirma que no vol ser la persona de contacte. <ol style="list-style-type: none"> 4a1. El sistema avisa al pacient que es cancel·la la vinculació perquè no ha estat rebutjada.

Taula 25: Cas d'ús vincular contacte

Cas d'ús	Eliminar contacte
Actor principal	Pacient
Actor de suport	Persona de contacte
Nivell	Usuari
Àmbit	Sistema
Escenari principal d'èxit	<ol style="list-style-type: none"> 1. El pacient elimina un contacte. 2. El sistema demana la confirmació al pacient. 3. El pacient confirma l'eliminació del contacte. 4. El sistema elimina la persona de contacte. 5. El sistema avisa a la persona de contacte quant a la seva eliminació. 6. El sistema mostra la llista de persones de contacte (veure cas d'ús veure contactes).
Escenaris alternatius	<ol style="list-style-type: none"> 3a. El pacient no confirma l'eliminació. <ol style="list-style-type: none"> 3a1. Pas 5.

Taula 26: Cas d'ús eliminar contacte

Cas d'ús	Gestionar usuaris
----------	-------------------

Actor principal	Administrador
Garanties mínimes en cas d'èxit	L'administrador vol veure de forma resumida un llistat amb tots els pacients, amb els elements que permetin accedir a l'edició a l'eliminació d'un pacient.
Nivell	Usuari
Àmbit	Sistema
Escenari principal d'èxit	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'administrador accedeix al llistat de pacients. 2. L'administrador selecciona un filtre. 3. El sistema mostra el llistat dels pacients segons el filtre.
Escenaris alternatius	<ol style="list-style-type: none"> 2a. L'administrador no selecciona cap filtre. <ol style="list-style-type: none"> 2a1. Se seleccionen tots els pacients. 3a. No s'ha donat d'alta cap pacient. <ol style="list-style-type: none"> 3a1. El sistema mostra un missatge: la llista de pacients està buida.

Taula 27: Cas d'ús gestionar usuaris

Cas d'ús	Actualitzar usuari
Actor principal	Administrador
Garanties mínimes en cas d'èxit	L'administrador vol modificar alguna de les dades de l'usuari.
Nivell	Usuari
Àmbit	Sistema
Escenari principal d'èxit	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'administrador modifica un pacient. 2. El sistema valida que les dades són vàlides. 3. El sistema desa els canvis del pacient.
Escenaris alternatius	<ol style="list-style-type: none"> 2a. Les dades del pacient no són vàlides. <ol style="list-style-type: none"> 2a1. El sistema avisa a l'administrador dels camps que no són vàlids perquè els modifiqui. 2b. El sistema comprova que s'editen les dades del mateix administrador <ol style="list-style-type: none"> 2b1. El sistema avisa que no es poden modificar les dades del mateix administrador

Taula 28: Cas d'ús actualitzar usuari

Cas d'ús	Eliminar usuari
Actor principal	Administrador
Garanties mínimes en cas d'èxit	L'administrador vol eliminar a un pacient del sistema.
Nivell	Usuari

Àmbit	Sistema
Escenari principal d'èxit	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'administrador elimina un pacient. 2. El sistema demana la confirmació a l'administrador abans d'eliminar el pacient. 3. L'administrador confirma l'eliminació del pacient. 4. El sistema elimina el pacient. 5. El sistema mostra la llista de pacients.
Escenaris alternatius	<ol style="list-style-type: none"> 3a. L'administrador no confirma l'eliminació. <ol style="list-style-type: none"> 3a1. Es cancel·la l'eliminació del pacient. 3a2. Pas 5. 4a. El sistema detecta que es vol eliminar el mateix administrador. <ol style="list-style-type: none"> 4a1. El sistema avisa que no es pot eliminar el mateix usuari administrador

Taula 29: Cas d'ús eliminar usuari

Cas d'ús	Veure tasques
Actor principal	Administrador
Garanties mínimes en cas d'èxit	L'administrador vol veure les tasques cron planificades.
Nivell	Usuari
Àmbit	Sistema
Escenari principal d'èxit	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'administrador accedeix a la vista de les tasques cron. 2. El sistema mostra la llista de tasques actuals.
Escenaris alternatius	<ol style="list-style-type: none"> 2a. La llista de tasques està buida. <ol style="list-style-type: none"> 2a1. En comptes de visualitzar la llista es mostra un missatge on s'indica que la llista de tasques està buida.

Taula 30: Cas d'ús veure tasques

3.2 Model ER

Els usuaris de l'aplicació obligatòriament tindran un rol assignat. El rol podrà ser administrador o pacient. Quan una persona es dona d'alta a l'aplicació, automàticament se li assignarà el rol de pacient.

Els usuaris poden tenir vinculada cap, una o més persones de contacte, i alhora un usuari pot ser persona de contacte de cap, un o més usuaris. En cas que una persona hagi acceptat la vinculació per ser una persona de contacte, ens interessa emmagatzemar la data de la vinculació.

Un usuari pot prendre diversos medicaments o cap. Si un usuari només s'ha donat d'alta a l'aplicació per només rebre les notificacions com a persona de contacte, no ha de tenir forçosament medicaments, en cas que els tingui seran els seus medicaments i no els de la persona de contacte. Per facilitar el disseny de l'aplicació, cada usuari gestiona els seus medicaments. És a dir, els usuaris no reutilitzaran els medicaments introduïts anteriorment per altres usuaris.

Un mateix medicament es pot prendre diverses vegades al dia, però es pot donar el cas que un usuari hagi introduït un medicament, però encara no hagi establert a quina hora el pren. En cas que es programi l'interval en què l'usuari pren el medicament ens interessarà obtenir l'interval per executar la tasca cron per enviar recordatoris i permetre a l'usuari suspendre o reprendre l'interval.

Finalment, es manté un historial amb totes les administracions dels medicaments de tots els usuaris on ens interessa emmagatzemar l'hora que l'usuari ha confirmat que ha pres la medicació.

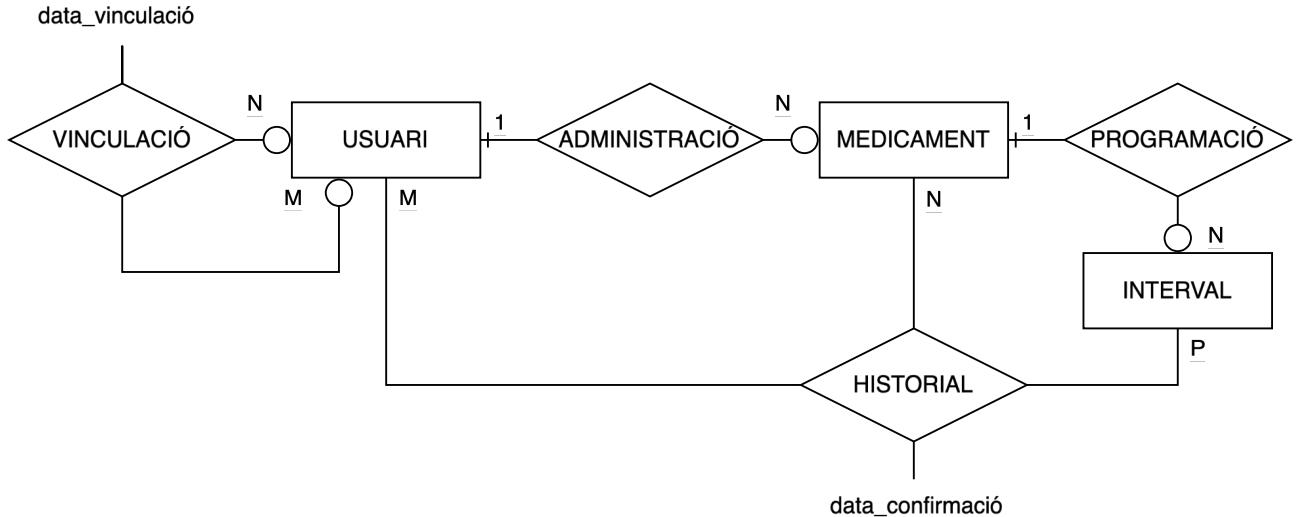


Figura 6: Diagrama Entitat-Relació (Peter Chen)

3.3 Arquitectura de l'aplicació

3.3.1 Patró de disseny Model-Vista-Controlador (MVC)

El *frontend* es desenvolupa amb el *framework* Angular i el *backend* es desenvolupa amb el *frameworks* NestJS. Tant el *frontend* com el *backend* utilitzen el patró de disseny MVC (Model-Vista-Controlador), un patró d'arquitectura de programari àmpliament utilitzat per desenvolupar aplicacions organitzades i escalables. Es divideix en tres components principals:

- **Model (Model):** Representa les dades i la lògica de negoci de l'aplicació. És responsable de gestionar i manipular les dades, a més de notificar a la vista si hi ha canvis.
- **Vista (View):** S'encarrega de presentar la informació a l'usuari. Básicament, és el que l'usuari veu i interactua, com les interfícies gràfiques o pàgines web.
- **Controlador (Controller):** Actua com a intermediari entre el model i la vista. Processa les entrades de l'usuari, actualitza el model i selecciona la visualització apropiada per mostrar.

Alguns dels avantatges d'aquest patró de disseny són:

- **Separació de responsabilitats:** En dividir l'aplicació en Model, Vista i Controlador, cada component té responsabilitats clares. Això facilita el manteniment i l'escalabilitat del sistema.

- Facilita el treball en equip: Diferents membres de l'equip poden treballar en el model, la vista o el controlador de manera independent, cosa que accelera el desenvolupament.
- Reutilització de codi: Les vistes poden ser reutilitzades per a diferents controladors, i els models poden ser utilitzats en diverses vistes, reduint la duplicació de codi.
- Facilitat per dur a terme proves: Com que tenen components separats, és més senzill provar cadascun de manera individual, millorant la qualitat del programari.
- Adaptabilitat: Permet fer canvis a la interfície d'usuari (vista) sense afectar la lògica de negoci (model) i viceversa, fent que l'aplicació sigui més flexible al llarg del temps.
- Escalabilitat: Aquest disseny modular és ideal per a projectes que poden créixer en mida i complexitat, facilitant l'addició de noves funcionalitats.

3.3.2 REST API

El *backend* proporciona una REST API al *frontend*. Una REST API és una interfície de programació d'applicacions que segueix els principis arquitectònics de REST (*Representational State Transfer Application Programming Interface*), la qual és una forma estàndard i eficient de comunicar diferents sistemes o aplicacions entre si. Principis clau de REST API:

1. Recursos identificats per URI: cada recurs (com ara usuaris, medicaments o contactes) s'identifica mitjançant una URL única.
2. Mètodes HTTP: s'utilitzen mètodes com ara:
 - GET per obtenir dades.
 - POST per crear nous recursos.
 - PUT o PATCH per actualitzar recursos existents.
 - DELETE per eliminar recursos.
3. Interacció sense estat: cada sol·licitud és independent, cosa que significa que el servidor no emmagatzema informació sobre l'estat de la interacció prèvia.
4. Format de dades estàndard: generalment, les dades semiestructurades s'intercanvien en formats com ara JSON o XML.
5. Operació per capes: El client no necessita conèixer els detalls de la implementació del servidor, cosa que millora la seguretat i l'escalabilitat.

3.3.3 TypeORM

El *bakend* utilitza TypeORM, una eina que permet interactuar amb bases de dades relacionals com ara MySQL, PostgreSQL, SQLite, MariaDB o SQL Server, utilitzant codi en lloc d'escriure manualment les consultes SQL. El servidor i les credencials per accedir a la base de dades s'especifiquen en un fitxer de configuració, el codi és independent del SGBD. En l'entorn de desenvolupament s'utilitzarà PostgreSQL d'uns d'un contenidor docker.

Característiques clau de TypeORM:

1. Models com entitats: Les dades de la base de dades es representen a través de classes i objectes, anomenats entitats.
2. Migracions: Permet gestionar els canvis a l'esquema de la base de dades amb facilitat.
3. Consultes simplificades: A través de mètodes intuïtius (*repositories*, *query builders*), redueix la complexitat de les consultes SQL.
4. Està escrit amb TypeScript: Aprofita les característiques avançades del llenguatge, com ara tipatge estàtic.

3.3.4 Gestor de tasques

El *backend* també executa un gestor de treballs basat en cron⁶, una utilitat en sistemes operatius tipus Unix/Linux que permet programar l'execució de treballs automàticament en horaris o intervals específics. Aquest servei s'encarrega d'enviar les notificacions als usuaris amb el recordatori que han de prendre la medicació.

3.3.5 Firebase Cloud Messaging

El *backend* envia les notificacions al dispositiu mòbil de l'usuari a través de *Firebase Cloud Messaging*⁷, un servei de Google que permet enviar notificacions i missatges a aplicacions mòbils i web de forma gratuïta. És especialment útil per comunicar-se amb els usuaris en temps real, com ara enviar alertes, recordatoris o actualitzacions de contingut.

3.3.6 Redux

Al *frontend* s'utilitza NgRx per a gestionar l'estat de l'aplicació utilitzant Redux. D'aquesta manera es gestiona l'estat d'una manera predictible i eficient, on a més els components comparteixen informació entre ells.

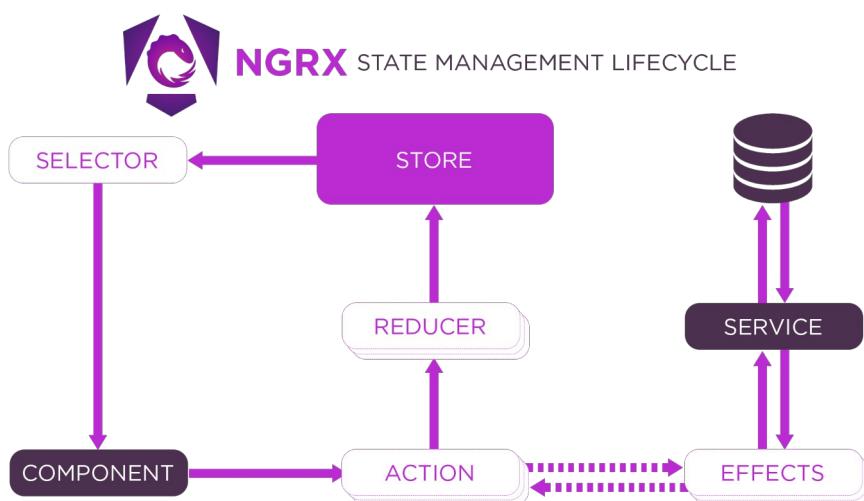


Figura 7: Flux general de l'estat de l'aplicació a NgRx (font: <https://ngrx.io/guide/store>)

6 <https://docs.nestjs.com/techniques/task-scheduling>

7 <https://www.youtube.com/watch?v=OI1AhdLOCVQ>

Els elements clau de la biblioteca NgRx són:

- Store: conté l'estat global de l'aplicació i permet accedir-hi de manera centralitzada.
- Actions: esdeveniments que descriuen canvis a l'estat (exemple: "Obtenir les dades dels usuaris"). Les accions estan estretament vinculades amb els casos d'ús.
- Reducers: funcions pures que actualitzen l'estat segons les accions rebudes.
- Effects: gestionen operacions asincròniques com ara crides a l'API sense modificar directament l'estat.
- Selectors: permeten extreure parts de l'estat de manera eficient.

Els avantatges d'utilitzar NgRx són:

- Gestió centralitzada de l'estat, evitant estats dispersos a múltiples components.
- Facilita el manteniment i escalabilitat en aplicacions grans.
- Optimitza el rendiment, ja que redueix la necessitat de subsrcipcions directes dins dels components.
- Afavoreix la predictibilitat, assegurant que cada canvi a l'estat segueix un flux clar.

4 Disseny

4.1 Mapa del lloc web.....	34
4.2 Responsive design.....	35
4.3 Mobile first.....	36
4.4 Prototipatge de baixa fidelitat.....	36
4.4.1 Telèfon mòbil.....	37
4.4.2 Tauleta.....	40
4.4.3 Ordinador.....	43

4.1 Mapa del lloc web

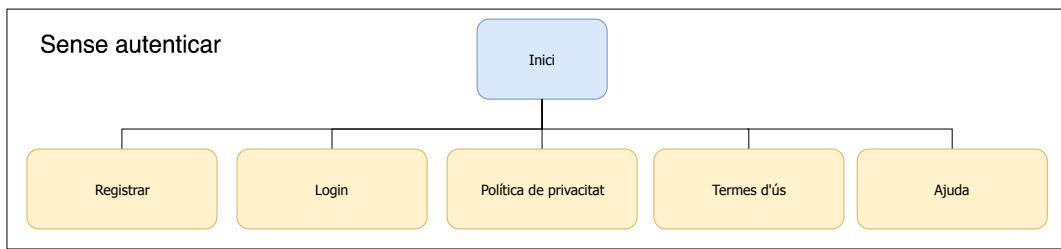


Figura 8: Mapa del lloc web - usuari no autenticat

Si l'usuari no s'ha autenticat, a part de la pàgina d'inici, podrà accedir a les pàgines registrar i login des del menú superior de navegació. Al peu de pàgina de totes les pàgines hi ha els enllaços per accedir a la pàgina de la política de privacitat, termes del servei i ajuda.

- Inici: la pàgina d'inici és una «*landing page*» on es descriu l'aplicació de gestió de medicaments i també s'enumeren les funcionalitats principals.
- Registrar: des de la pàgina de registre els usuaris es registren a l'aplicació web. En aquesta pàgina han d'establir les seves credencials d'accés, correu electrònic i contrasenya.
- Login: des de la pàgina d'autenticació els usuaris poden iniciar la sessió amb les seves credencials, correu electrònic i contrasenya.
- Política de privacitat: des d'aquesta pàgina els usuaris poden accedir a la política de privacitat.
- Termes del servei: des d'aquesta pàgina els usuaris poden accedir als termes del servei.
- Ajuda: des d'aquesta pàgina els usuaris poden accedir a les vies per a rebre suport tècnic, així com ajuda relacionada amb l'ús de l'aplicació.

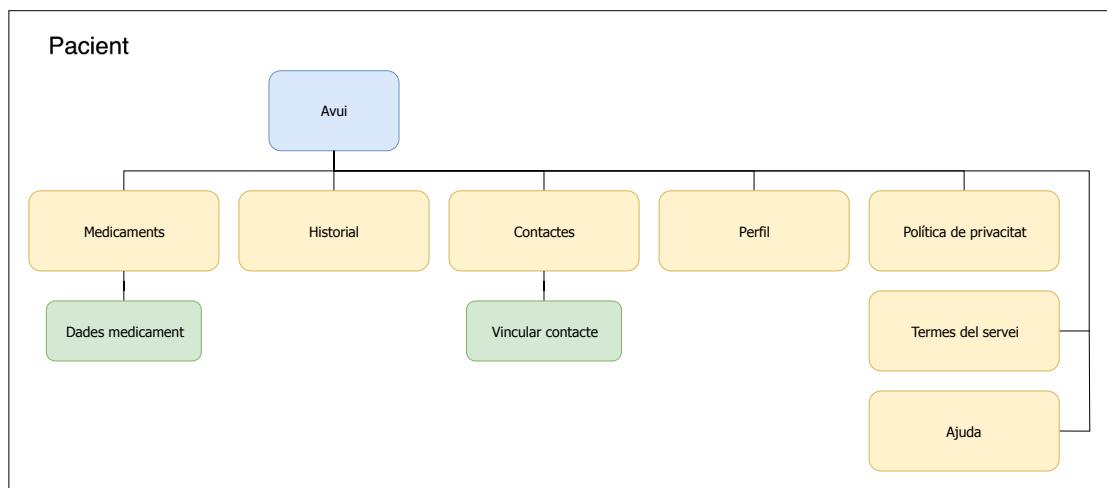


Figura 9: Mapa del lloc web - usuari autenticat com a patient

Si l'usuari s'autentifica com a pacient, la pàgina principal mostra la medicació diària. Des del menú superior, present en totes les pàgines, l'usuari pot accedir a les pàgines «Medicaments», «Historial», «Contactes», «Perfil», «Legal» i «Suport». Des de la pàgina «Dades medicament», que s'accedeix

des de la pàgina «Medicaments», l'usuari pot introduir o editar les dades d'un medicament. En la pàgina «Vincular contacte», que s'accedeix des de la pàgina «Contactes», l'usuari pot introduir les dades de la persona de contacte. A diferència dels medicaments, les dades de la persona de contacte no es poden editar. Si l'usuari vol fer algun canvi a la persona de contacte, primer l'ha d'eliminar i després l'ha d'afegir de nou.

- Avui: en aquesta pàgina es mostra un llistat amb l'estat de la medicació diària, des d'on l'usuari pot confirmar que ha pres el medicament.
- Medicaments: en aquesta pàgina es mostra un llistat amb dels medicaments de l'usuari.
- Dades medicament: en aquesta pàgina l'usuari pot afegir o editar les dades del medicament.
- Historial: en aquesta pàgina es mostra l'historial de la medicació. Es pot filtrar per pacient en cas que l'usuari sigui una persona de contacte d'algun altre usuari.
- Contactes: en aquesta pàgina es mostra la llista de persones de contacte de l'usuari.
- Vincular contacte: en aquesta pàgina s'introdueixen les dades de la persona contacte.
- Perfil: en aquesta pàgina es poden veure i editar les dades del perfil de l'usuari així com les credencials d'autenticació, per exemple canviar la contrasenya.
- Política de privacitat: des d'aquesta pàgina els usuaris poden accedir a la política de privacitat.
- Termes del servei: des d'aquesta pàgina els usuaris poden accedir als termes del servei.
- Ajuda: des d'aquesta pàgina els usuaris poden accedir a les vies per a rebre suport tècnic, així com ajuda relacionada amb l'ús de l'aplicació.

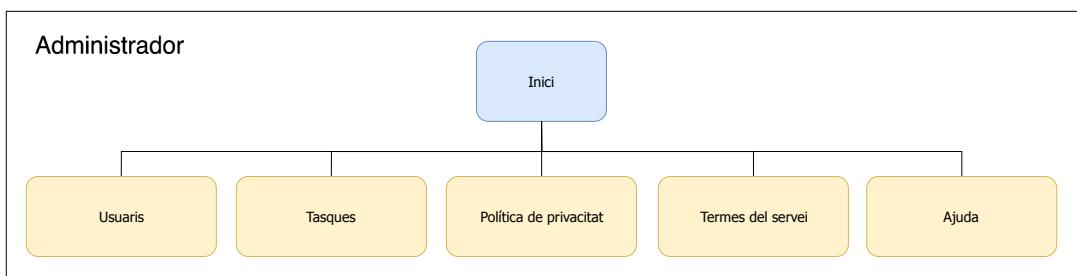


Figura 10: Mapa del lloc web - usuari autenticat com a administrador

Si l'usuari s'autentifica com a administrador, la pàgina principal mostra un tauler de comandament amb algunes gràfiques de l'aplicació web. Des del menú superior, present en totes les pàgines, l'administrador pot accedir a la llista d'usuaris o a la llista de treballs.

4.2 Responsive design

La quadrícula de disseny responsiu s'utilitza principalment per organitzar el contingut i els components al cos del disseny. La «quadrícula de disseny responsiu» és un enfocament de disseny web que utilitza quadrícules (*grids*) per organitzar i distribuir els elements d'una pàgina de manera que s'adapten a diferents mides de pantalla. Aquest disseny es basa en sistemes de columnes i files que faciliten l'alignació del contingut i permeten que els elements canviïn de posició, mida o

proporció segons el dispositiu usat, com ara mòbils, tauletes o ordinadors d'escriptori. Per determinar el nombre de columnes, els marges i l'amplada del cos, s'utilitzen els *breakpoints*⁸ de *Material Design*:

Mida de pantalla	Marge	Amplada del cos	Columnes del disseny
Telèfon mòbil			
0-599 px	16 px	escalat	4
Tauleta			
600-904 px	32 px	escalat	8
905-1239 px	escalat	840 px	12
Portàtil			
1240-1439 px	200 px	escalat	12
Escriptori			
+1440 px	escalat	1080px	12

Taula 31: Breakpoints responsive design

4.3 Mobile first

Com a paradigma de disseny s'utilitza *mobile first*, el qual és un enfocament de disseny web on es prioritza l'experiència de l'usuari en dispositius mòbils quan es crea el lloc web. En lloc de començar amb el disseny per a les pantalles grans (com ara un ordinador d'escriptori), es parteix de les pantalles més petites i després s'adapta el disseny a les pantalles més grans. Aquest enfocament garanteix que el contingut és accessible i funcional paer als telèfons mòbils, que és el dispositiu principal al qual està destinada l'aplicació.

4.4 Prototipatge de baixa fidelitat

Per fer el prototip s'utilitza Figma, una eina que es va utilitzar anteriorment en l'assignatura de disseny d'interfícies interactives. Per tal d'utilitzar aquesta eina es renova la llicència d'estudiant.

Es dissenyen tres prototips *responsive*:

- Telèfon mòbil (iPhone 14 Pro Max).
- Tauleta (iPad mini): el menú de navegació
- Ordinador (MacBook Pro de 14 polzades)

La pàgina d'inici canvia en funció si l'usuari està autenticat i del seu rol:

- Sense autenticar: la pàgina d'inici és una *landing page*.
- Autenticat com a pacient: la pàgina d'inici és la medicació diària.
- Autenticat com a administrador: la pàgina d'inici és la pàgina del tauler. En aquesta pàgina es mostren les gràfiques.

⁸ <https://m2.material.io/design/layout/responsive-layout-grid.html#columns-gutters-and-margins>

4.4.1 Telèfon mòbil

El menú de navegació superior es mostra quan l'usuari toca la icona de l'hamburguesa i s'amaga quan toca la pantalla fora del menú. El contingut del menú canvia en funció si l'usuari està autenticat i del seu perfil. L'usuari pot canviar la pàgina a través del menú d'hamburguesa o amb el menú superior dret.

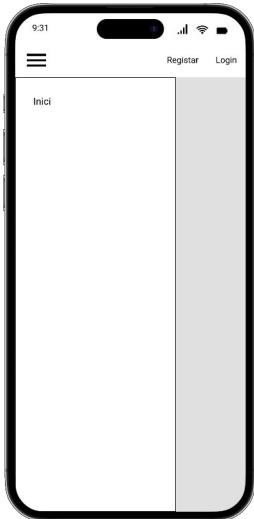


Figura 11: Menú lateral (no autenticat)



Figura 12: Menú lateral (pacient)

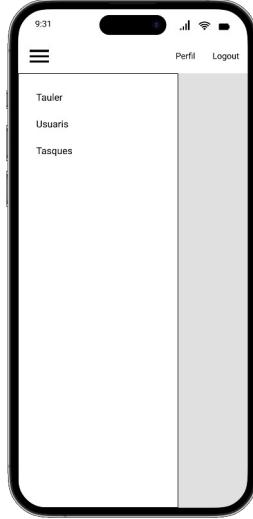


Figura 13: Menú lateral (administrador)

Sense autenticar

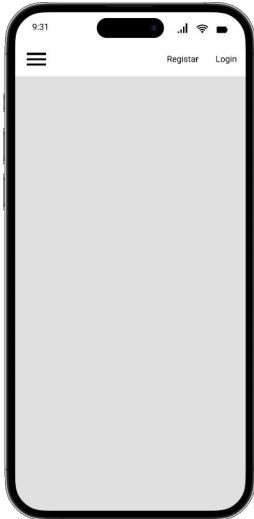


Figura 14: Landing page

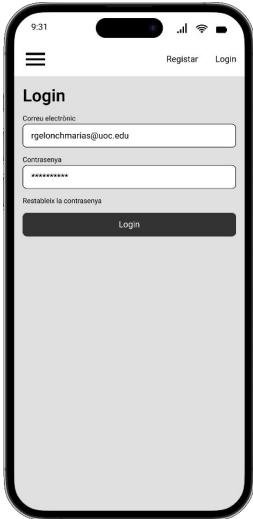


Figura 15: Pàgina «Login»

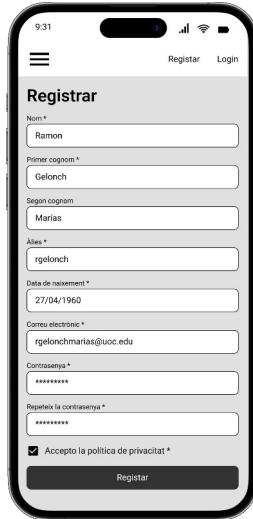


Figura 16: Pàgina «Registrar»

L'usuari accedeix a la pàgina d'inici a través del menú d'hamburguesa de la barra superior de navegació.

L'usuari accedeix a la pàgina «Login» a través del menú superior de navegació, seleccionant l'opció «Login».

L'usuari accedeix a la pàgina «Registrar» a través del menú superior de navegació, seleccionant l'opció «Registrar».

Autenticat com a pacient

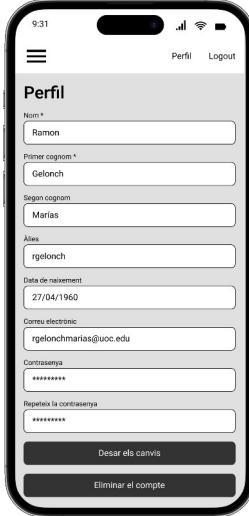


Figura 17: Pàgina «perfil»



Figura 18: Pàgina «Persones de contacte»



Figura 19: Pàgina «Persona de contacte»



Figura 20: Pàgina «Medicaments»

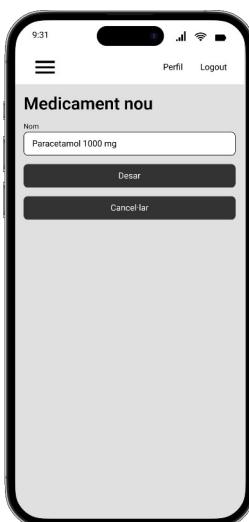


Figura 21: Pàgina «Medicament nou»

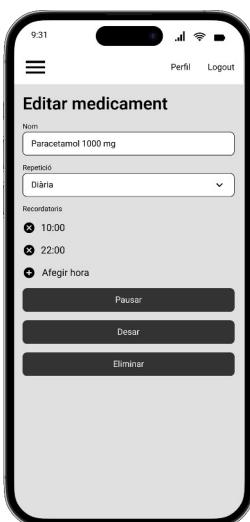


Figura 22: Pàgina «Editar medicament»

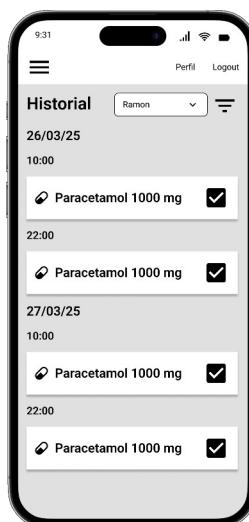


Figura 23: Pàgina «Historial»



Figura 24: Pàgina «Avui»

L'usuari accedeix a la pàgina «Avui» a través del menú d'hamburguesa, seleccionant l'opció «Avui».

L'usuari accedeix a la pàgina «Medicaments» a través del menú d'hamburguesa, seleccionant l'opció «Medicaments».

L'usuari accedeix a la pàgina d'edició d'un medicament (pàgina «Editar medicament»), quan toca amb el dit el medicament a la pàgina «Medicaments».

L'usuari accedeix a la pàgina per afegir un medicament, quan toca el botó «Afegir» a la pàgina «Medicaments».

L'usuari accedeix a la pàgina «Historial» a través del menú d'hamburguesa, seleccionant l'opció «Historial». Si l'usuari és una persona de contacte de diverses persones o bé també utilitza l'aplicació per a gestionar els seus medicaments, podrà seleccionar l'usuari al menú desplegable en l'historial. A més pot filtrar l'historial entre dues dates.

L'usuari accedeix a la pàgina «Persones de contacte» a través del menú d'hamburguesa, seleccionant l'opció «Persones de contacte».

L'usuari accedeix a la pàgina per afegir una persona de contacte, pàgina «Persona de contacte», quan toca el botó «Afegir» en la pàgina «Persones de contacte».

L'usuari accedeix a la pàgina «Perfil» a través del menú superior de navegació, seleccionant l'opció «Perfil».

L'usuari tanca la sessió a través del menú superior de navegació, seleccionant l'opció «Logout».

Es mostra un missatge de confirmació quan l'usuari elimina una persona de contacte, un medicament o el seu compte.

Autenticat com a administrador



Figura 25: Pàgina Tauler amb gràfiques

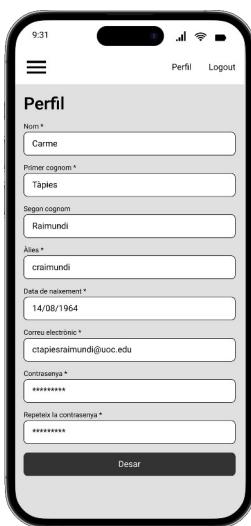


Figura 26: Pàgina «Perfil»

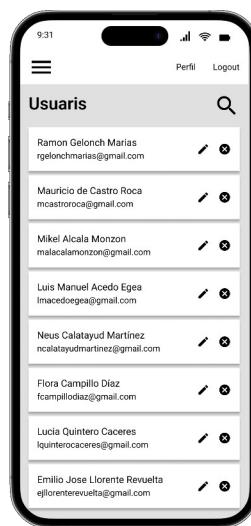


Figura 27: Pàgina «Usuaris»

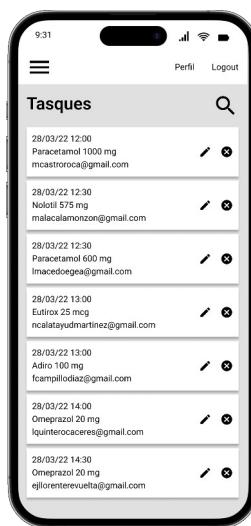


Figura 28: Pàgina «Tasques»

Es mostra un missatge de confirmació quan l'administrador elimina un usuari o una tasca.

4.4.2 Tauleta

El comportament dels elements i la seva disposició és similar a la versió mòbil, no obstant el menú d'hamburguesa pot estar mig replegat o completament estès.

Sense autenticar

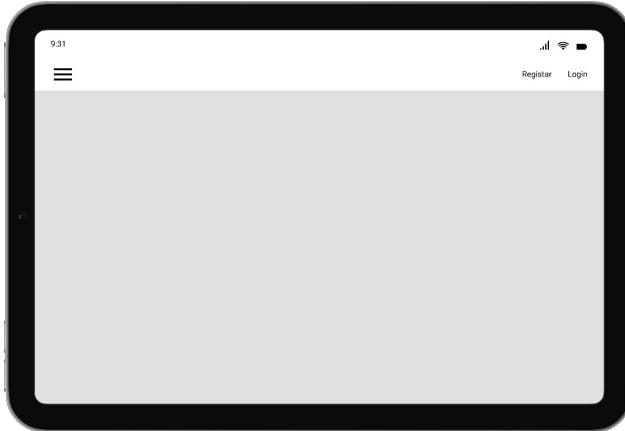


Figura 29: Landing page

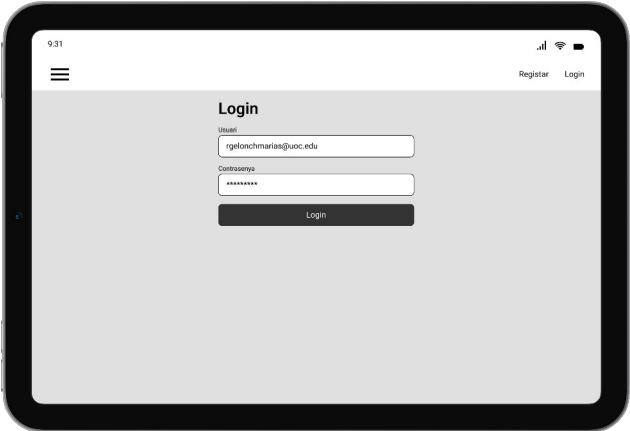


Figura 30: Pàgina «Login»

A screenshot of a smartphone displaying the registration page of a mobile application. The screen shows a "Registrar" form with various input fields: "Nom" (Ramón), "Primer cognom" (Gelonch), "Segon cognom" (Marias), "Data de naixement" (27/04/1960), "Correu electrònic" (rgelonchmaria@uoc.edu), "Contrassenya" (a masked password), and "Repetaix la contrassenya" (a masked password). There is also a checkbox for accepting the privacy policy and a "Registrar" button. The header bar includes the time (9:31), signal strength, and battery level, along with a navigation menu icon and "Register" and "Login" buttons.

Figura 31: Pàgina «Registrar»

L'usuari accedeix a la pàgina d'inici a través del menú d'hamburguesa de la barra superior de navegació, seleccionant l'opció «Inici».

L'usuari accedeix a la pàgina «Login» seleccionant l'opció «Login» al menú superior de navegació.

L'usuari accedeix a la pàgina «Registrar» seleccionant l'opció «Registrar» al menú superior de navegació.

Autenticat com a patient

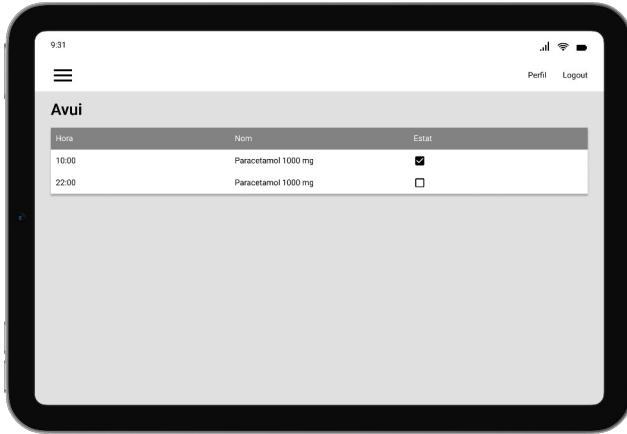


Figura 32: Pàgina «Avui»

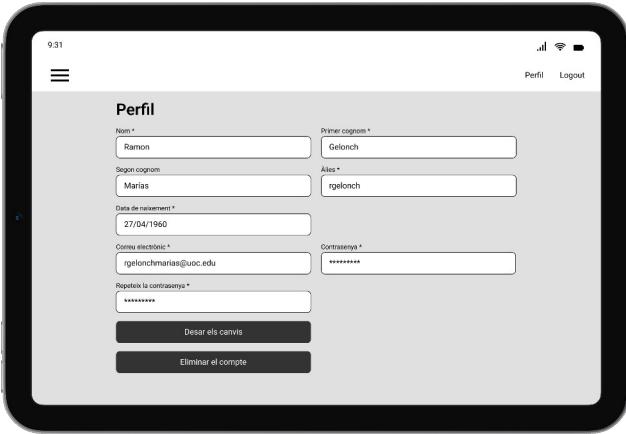


Figura 33: Pàgina «Perfil»

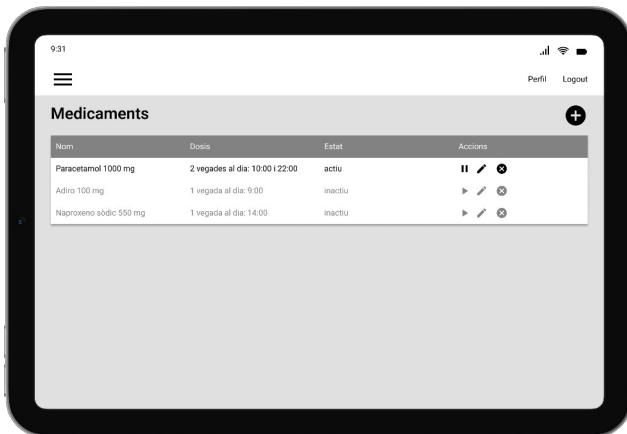


Figura 34: Pàgina «Medicaments»

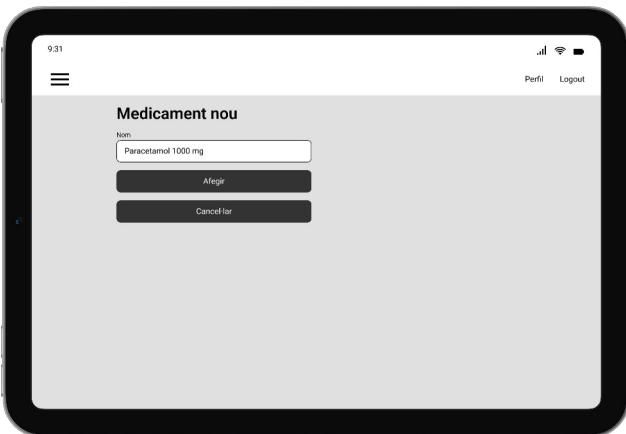


Figura 35: Pàgina «Medicament nou»

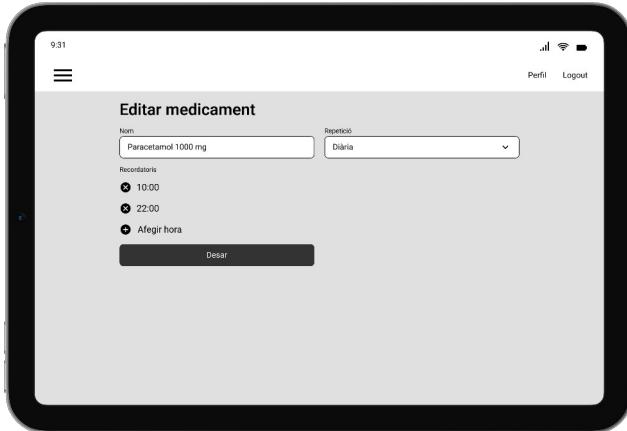


Figura 36: Pàgina «Editar medicament»

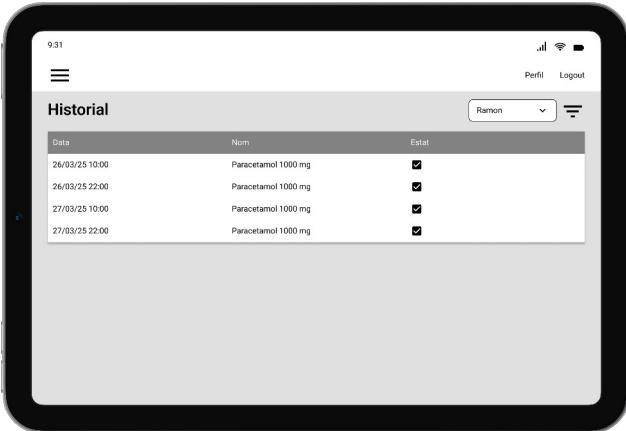


Figura 37: Pàgina «Historial»



Figura 38: Pàgina «Persones de contacte»

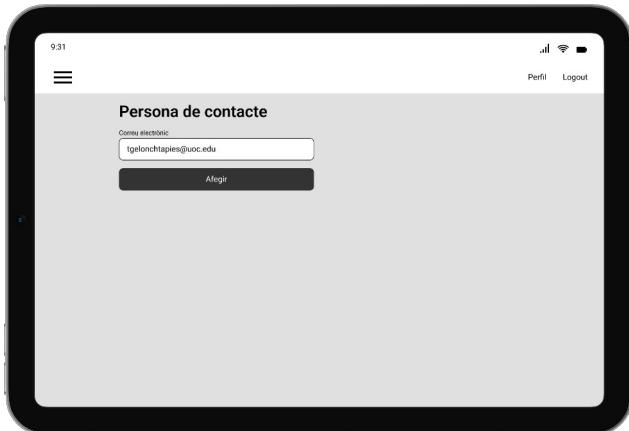


Figura 39: Pàgina «Persona de contacte»

L'usuari accedeix a la pàgina «Avui» seleccionant l'opció «Avui» al menú d'hamburguesa.

L'usuari accedeix a la pàgina «Medicaments» seleccionant l'opció «Medicaments» al menú d'hamburguesa.

L'usuari accedeix a la pàgina d'edició d'un medicament (pàgina «Editar medicament»), quan toca amb el dit el llapis a la pàgina «Medicaments». A diferència de la versió per a telèfon mòbil, els medicaments es reprenen, suspenen o eliminan des de la pàgina «Medicaments» i no des de la pàgina d'edició del medicament.

L'usuari accedeix a la pàgina per afegir un medicament, pàgina «Medicament nou», quan toca la icona «+» en la pàgina «Medicaments».

L'usuari accedeix a la pàgina «Historial» seleccionant l'opció «Historial» al menú d'hamburguesa. Si l'usuari és una persona de contacte de diverses persones o bé també utilitza l'aplicació per a gestionar els seus medicaments, podrà seleccionar l'usuari al menú desplegable en l'historial. A més pot filtrar l'historial entre dues dates.

L'usuari accedeix a la pàgina «Persones de contacte» seleccionant l'opció «Persones de contacte» al menú d'hamburguesa.

L'usuari accedeix a la pàgina per afegir una persona de contacte, pàgina «Persona de contacte», quan toca la icona «+» en la pàgina «Persones de contacte».

L'usuari accedeix a la pàgina «Perfil» seleccionant l'opció «Perfil» al menú superior de navegació.

L'usuari tanca la sessió seleccionant l'opció «Logout» al menú superior de navegació.

Es mostra un missatge de confirmació quan l'usuari elimina una persona de contacte, un medicament o el seu compte.

Autenticat com a administrador



Figura 40: Pàgina Tauler amb gràfiques

The 'Perfil' page contains fields for: Nom * (Carme), Primer cognom * (Tàpies), Segon cognom (Raimundi), Alias * (craimundi), Data de naixement * (14/08/1964), Correu electrònic * (ctapiel@uoc.edu), Contrasenya *, and Repeteix la contrasenya *. A 'Desar els canvis' (Save changes) button is at the bottom.

Figura 41: Pàgina Perfil

Data	Usuari	Medicament	Accions
28/03/22 12:00	mcastorococa@gmail.com	Paracetamol 1000 mg	/ ⊖
28/03/22 12:30	malacalamonzon@gmail.com	Nolotil 575 mg	/ ⊖
28/03/22 12:30	lmacedoegea@gmail.com	Paracetamol 600 mg	/ ⊖
28/03/22 13:00	ncalatayudmartinez@gmail.com	Eutirox 25 mcg	/ ⊖
28/03/22 13:00	fcampillodiaz@gmail.com	Adiro 100 mg	/ ⊖
28/03/22 14:00	lquinterocaceres@gmail.com	Omeprazol 20 mg	/ ⊖
28/03/22 14:30	ejllorenterevuelta@gmail.com	Omeprazol 20 mg	/ ⊖

Figura 42: Pàgina Tasques

Correu electrònic	Nom	Cognoms	Accions
mcastorococa@gmail.com	Mauricio	de Castro Roca	/ ⊖
malacalamonzon@gmail.com	Mikel	Alcalá Monzón	/ ⊖
ncalatayudmartinez@gmail.com	Neus	Calatayud Martínez	/ ⊖
fcampillodiaz@gmail.com	Flora	Camplido Díaz	/ ⊖
lquinterocaceres@gmail.com	Lucía	Quintero Cáceres	/ ⊖
ejllorenterevuelta@gmail.com	Emilio José	Llorente Revuelta	/ ⊖
rgelonchmarias@gmail.com	Ramon	Gelonch Marias	/ ⊖
lmacedoegea@gmail.com	Luis Manuel	Acedo Egues	/ ⊖

Figura 43: Pàgina Usuaris

A part dels canvis al menú d'hamburguesa, no hi ha altres canvis significatius en comparació amb la versió per a telèfons mòbils.

Es mostra un missatge de confirmació quan l'administrador elimina un usuari o una tasca.

4.4.3 Ordinador

No hi ha canvis significatius en comparació amb la versió per a tauletes, a part dels relacionats amb el disseny responsiu. Veure [annex](#).

5 Desenvolupament

5.1 Backend.....	45
5.1.1 Biblioteques, dependències i eines.....	45
5.1.1.1 Boilerplate per a l'aplicació NestJs.....	45
5.1.1.2 @nestjs/passport + @nestjs/jwt.....	47
5.1.1.3 @nestjs/typeorm + PostgreSQL.....	48
5.1.1.4 @nestjs/class-validator.....	48
5.1.1.5 @nestjs/schedule.....	48
5.1.1.6 firebase-admin.....	49
5.1.1.7 Bcrypt.....	49
5.1.2 Entitats.....	49
5.1.2.1 Entitat USER.....	50
5.1.2.2 Entitat MEDICATION.....	51
5.1.2.3 Entitat SCHEDULE.....	51
5.1.2.4 Entitat USER_CONTACTS_USER.....	52
5.1.3 Endpoints.....	52
5.1.3.1 Donar d'alta a un usuari (POST users).....	54
5.1.3.2 Autenticar un usuari (POST auth).....	55
5.1.3.3 Eliminar un usuari (DEL users).....	57
5.1.3.4 Obtenir les dades d'un usuari (GET users/user).....	58
5.1.3.5 Actualitzar un usuari (PUT users).....	59
5.2 Frontend.....	61
5.2.1 Biblioteques, dependències i eines.....	61
5.2.1.1 Boilerplate per a una aplicació Angular.....	61
5.2.1.2 @angular/material.....	64
5.2.1.3 @ngrx/store, @ngrx/effects i @ngrx/store-devtools.....	65
5.2.1.4 @ngx-env/builder.....	69
5.2.1.5 @angular/service-worker.....	69
5.2.1.6 firebase.....	69
5.2.2 Llista dels URL.....	70

5.1 Backend

5.1.1 Biblioteques, dependències i eines

5.1.1.1 Boilerplate per a l'aplicació NestJS

En aquest boilerplate es detalla com s'ha inicialitzat l'aplicació que utilitza el framework NestJS per a implementar el backend de l'aplicació de gestió de medicaments.

Llista dels paquets instal·lats:

- @nestjs/cli: eina d'interfície de línia d'ordres utilitzada per crear l'aplicació i gestionar-la.
- eslint: ESLint
- prettier: eina utilitzada per donar format al codi.
- prettier-eslint: eina utilitzada per donar format al codi segons la configuració d'ESLint.
- eslint-config-prettier: desactiva les regles innecessàries o que poden entrar amb conflicte amb prettier.
- eslint-plugin-prettier: executa Prettier com una regla d'ESLint i informa de les incidències com a problemes individuals d'ESLint.

Abans de crear l'aplicació NestJS cal instal·lar @nestjs/cli de forma global:

```
npm i -g @nestjs/cli
```

Després creem el projecte amb la següent ordre:

```
nest new backend
```

Una vegada creada la base de l'aplicació, accedim a la carpeta i instal·lem l'eina Prettier per donar format al codi:

```
cd backend  
npm install --save-dev prettier
```

Creem el fitxer de configuració de prettier .prettierrc.json amb el següent contingut:

```
{  
  "trailingComma": "none",  
  "tabWidth": 2,  
  "semi": true,  
  "singleQuote": true,  
}
```

Afegim el suport d'ESLint:

```
npm init @eslint/config@latest
```

Després afegim el connector de prettier per a eslint:

```
npm install prettier-eslint eslint-config-prettier eslint-plugin-prettier --save-dev
```

Modifiquem el fitxer eslint.config.js

```
// @ts-check
import eslint from '@eslint/js';
import eslintPluginPrettierRecommended from 'eslint-plugin-prettier/recommended';
import globals from 'globals';
import tseslint from 'typescript-eslint';

export default tseslint.config(
{
  ignores: ['eslint.config.mjs'],
},
eslint.configs.recommended,
...tseslint.configs.recommendedTypeChecked,
eslintPluginPrettierRecommended,
{
  languageOptions: {
    globals: {
      ...globals.node,
      ...globals.jest,
    },
    sourceType: 'commonjs',
    parserOptions: {
      projectService: true,
      tsconfigRootDir: import.meta.dirname,
    },
  },
},
{
  rules: {
    '@typescript-eslint/no-explicit-any': 'off',
    '@typescript-eslint/no-floating-promises': 'warn',
    '@typescript-eslint/no-unsafe-argument': 'warn'
  },
},
);
```

Els connectors de VS Code que s'han utilitzat, estan a la llista de recomanacions de l'espai de treball. Es poden instal·lar després d'obrir la carpeta que contingui l'arrel de l'aplicació del backend. Per a fer-ho només cal accedir la pestanya «Extensions», clicar al botó de filtre i seleccionar «Recommended», o bé teclejar @recommended al quadre de text.

Llista de connectors:

- <https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=PKief.material-icon-theme>
- <https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=streetsidesoftware.code-spell-checker>
- <https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=EditorConfig.EditorConfig>
- <https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=mtxr.sqltools>
- <https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=mtxr.sqltools-driver-pg>

5.1.1.2 @nestjs/passport + @nestjs/jwt

Per instal·lar els paquets necessaris s'han executat les següents ordres:

```
npm install --save @nestjs/passport passport passport-local @nestjs/jwt passport-jwt  
npm install --save-dev @types/passport-local @types/passport-jwt
```

En el *backend*, la classe «LocalStrategy» implementa l'estrategia d'autenticació [passport-local](#), autenticació amb nom d'usuari i contrasenya.

Després que el *backend* hagi comprovat que les credencials de l'usuari són vàlides, emet un *JSON Web Token* (JWT). El guàrdia «LocalAuthGuard» requereix que les credencials siguin vàlides per tornar el *token*.

En el *frontend* el servei «AuthInterceptorService» incrusta el *Bearer Token* dins de la capçalera a les peticions que fa al *backend*, en cas que l'usuari s'hagi autenticat i s'hagi obtingut el *token*.

En el *backend* la classe «JwtStrategy» implementa l'estrategia d'autenticació [passport-jwt](#), comprovació que el *Bearer Token* incrustat a la petició del *frontend* sigui vàlid. El guàrdia «JwtAuthGuard» requereix que el *Bearer Token* sigui vàlid.

Pel que fa a l'autorització s'utilitza Role-based access control (RBAC), on el guàrdia «RolesGuard» requereix que el rol sigui el correcte i el decorador «Roles» insereix la metadada amb el rol necessari.

El decorador «Auth» aplica els dos decoradors: inserir el rol necessari a les metadades i requerir els dos guàrdies, «JwtAuthGuard» i «RolesGuard».

5.1.1.3 @nestjs/typeorm + PostgreSQL

Per instal·lar els paquets necessaris s'ha executat la següent ordre:

```
npm install --save @nestjs/typeorm typeorm pg
```

El controlador rep la petició del client i la processa a través del servei. El servei efectua les operacions necessàries a la base de dades a través dels dipòsits de les entitats, retornat o utilitzant els DTO necessaris en funció del tipus d'operació.

Per a cadascuna de les entitats hi ha dos DTO. El primer inclou els atributs necessaris per a la creació d'un nou registre (prefix «Create») i el segon és una definició parcial del primer per no requerir tots els atributs (prefix «Update»). Per a diferenciar el tipus d'operació, en algunes entitats també s'ha creat la definició parcial amb el prefix «Select»

5.1.1.4 @nestjs/class-validator

Per instal·lar els paquets necessaris s'ha executat la següent ordre:

```
npm install --save @nestjs/class-validator
```

La validació dels camps es fa tant en els DTO i com en les entitats utilitzant els decoradors de class-validator, els quals permeten comprovar que les dades siguin vàlides, comprovant el tipus (@IsString, @IsDate, @IsEnum), la mida (@Length) i els valors permesos com ara valors no nuls (@IsNotEmpty).

Cal tenir en compte que la comprovació dels valors inclosos en l'URI de la petició es realitza amb mètodes propis de NestJS, com ara ParseUUIDPipe o ParseIntPipe.

5.1.1.5 @nestjs/schedule

Per instal·lar els paquets necessaris s'ha executat la següent ordre:

```
npm install --save @nestjs/schedule
```

Per activar la gestió de treballs s'afegeix ScheduleModule.forRoot() a les importacions del mòdul AppModule.

Un cop inicialitzat el gestor de treballs, els serveis TaskService i SchedulesService poden efectuar les operacions necessàries al gestor de treballs a través de SchedulerRegistry.

Els treballs es carreguen en iniciar l'aplicació dins del servei SchedulesService que implementa OnApplicationBootstrap que es llança amb app.listen().

Els treballs es creen i s'eliminen de forma dinàmica, quan es modifiquen les programacions d'una medicació. Quan s'insereix, es modifica o s'elimina una programació, es crea i/o s'elimina el treball al servidor de treballs. Per exemple, quan un usuari dona d'alta una programació, es crea el treball

després d'afegir la programació a la base de dades. Altrament, quan modifica una programació, primer s'elimina el treball abans d'actualitzar la programació i després es torna a crear un cop s'ha emmagatzemat a la base de dades. Per últim, quan elimina una programació també s'elimina el treball després d'eliminar la programació de la base de dades.

Per defecte els treballs tenen una repetició diària, ja que aquesta és la programació més freqüent. És a dir, un usuari especifica l'hora del recordatori i per defecte l'interval és de 24 hores. Per tant, quan es crea un treball s'utilitza l'expressió cron per a repeticions diàries: «M H * * *» on M són els minuts (0-59) i H és l'hora (0-23). Una expressió cron està formada per cinc camps. Exemple d'expressió cron: cada dia a les 12 del migdia.

0	12	*	*	*
Minut (0-59)	Hora (0-23)	Dia del mes (1-31)	Mes (1-12)	Dia de la setmana (0-6)

5.1.1.6 **firebase-admin**

Per instal·lar els paquets necessaris s'ha executat la següent ordre:

```
npm install --save firebase-admin
```

La inicialització de l'SDK de Firebase i l'enviament de recordatoris amb Web Push es fa al servei «NotificationService».

5.1.1.7 **Bcrypt**

Per instal·lar els paquets necessaris s'ha executat la següent ordre:

```
npm install --save bcrypt
```

Aquest paquet s'utilitza per a no emmagatzemar directament la contrasenya en text pla a la base de dades. Per a calcular el hash de la contrasenya en text pla s'utilitza el mètode hash, i per a comprovar que sigui vàlida s'utilitza el mètode compare.

5.1.2 Entitats

Hi ha quatre entitats que es defineixen en els següents fitxers:

Entitats	Fitxer
medication	src/medications/entities/medications.entity.ts
schedule	src/schedules/entities/schedules.entity.ts
user, user_contacts_user	src/users/entities/users.entity.ts

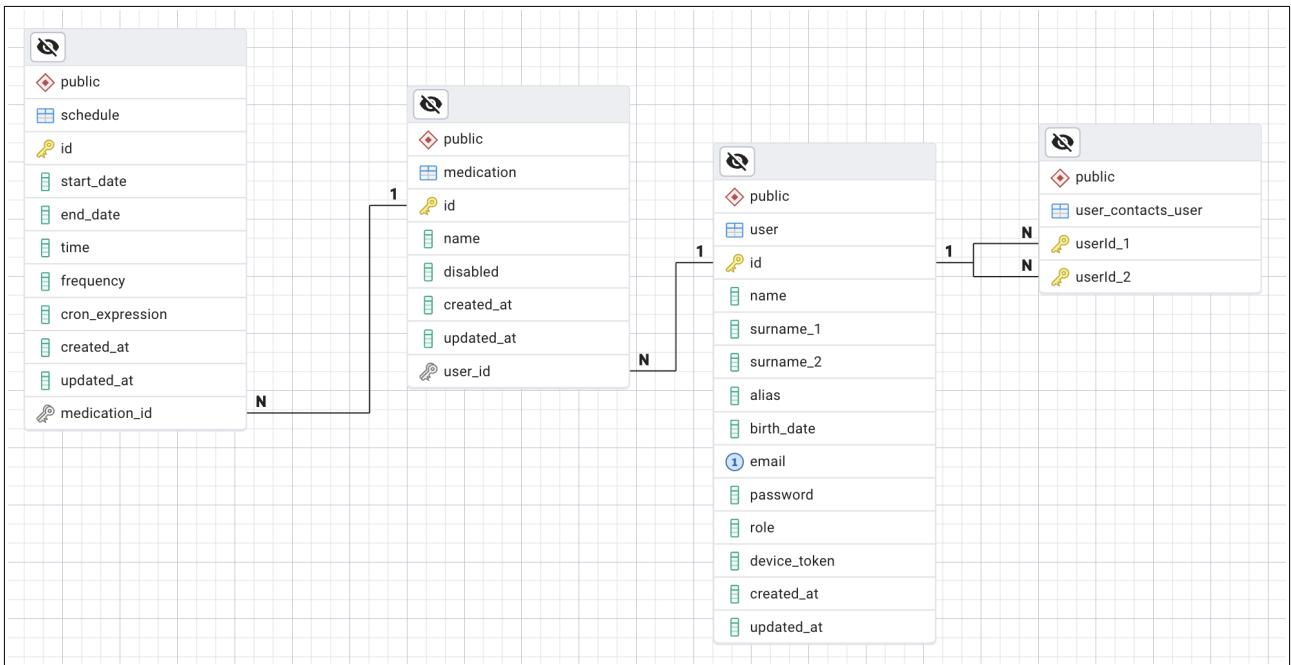


Figura 44: Diagrama ERD - Chen (pgAdmin 4)

5.1.2.1 Entitat USER

En aquesta entitat s'emmagatzemen les dades dels usuaris.

USER(id, name, surname_1, surname_2, alias, birth_date, email, password, role, device_token, created_at, updated_at)

Nom	Tipus	Pot ser nul?	Valor per defecte
id	uuid	No	uuid_generate_v4
name	charater varing 25	No	
surname_1	charater varing 25	No	
surname_2	charater varing 25	Sí	
alias	charater varing 25	No	
birth_date	timestamp with timezone	No	now()
email	charater varing 255	No	
password	charater varing	No	
role	user_role_enum	No	'user'::user_role_enum
device_token	charater varing	Sí	
created_at	timestamp with timezone	No	now()
updated_at	timestamp with timezone	No	now()

Taula 32: Atributs de l'entitat USER

Nota: es aquesta entitat s'utilitza l'Entity Listener @BeforeInsert(), que substitueix la contrasenya en text pla amb el hash abans d'inserir un nou usuari.

5.1.2.2 Entitat MEDICATION

En aquesta entitat s'emmagatzemen les dades de les medicacions.

MEDICATION(id, name, disabled, created_at, updated_at, user_id)

on {user_id} referencia USER amb eliminació en cascada

Nom	Tipus	Pot ser nul?	Valor per defecte
id	integer	No	nextval('medication_id_seq'::regclass)
name	character varying (255)	No	
disabled	boolean	No	false
created_at	timestamp with timezone	No	now()
updated_at	timestamp with timezone	No	now()
user_id	uuid	Sí	

Taula 33: Atributs de l'entitat MEDICATION

5.1.2.3 Entitat SCHEDULE

En aquesta entitat s'emmagatzemen les dades de les programacions.

SCHEDULE(id, start_date, end_date, time, frequency, cron_expression, created_at, updated_at)

on {medication_id} referencia MEDICATION amb eliminació en cascada

Nom	Tipus	Pot ser nul?	Valor per defecte
id	integer	No	nextval('schedule_id_seq'::regclass)
start_date	timestamp with timezone	No	now()
end_date	timestamp with timezone	Sí	
time	time without timezone	No	('now'::text)::time with time zone
frequency	character varying (40)	No	'daily'::character varying
cron_expression	character varying (40)	No	
created_at	timestamp with timezone	No	now()
updated_at	timestamp with timezone	No	now()
medication_id	integer	Sí	

Taula 34: Atributs de l'entitat SCHEDULE

Nota: aquesta entitat utilitza la classe SchedulesSubscriber (Entity Subscriber) per a crear o eliminar treballs de forma dinàmica abans d'inserir, modificar o eliminar programacions.

5.1.2.4 Entitat USER_CONTACTS_USER

Aquesta entitat surt de la interrelació N:N contactes, on un usuari pot ser la persona de contacte d'un altre usuari, i al mateix temps un usuari pot ser la persona de contacte de diversos usuaris.

USER_CONTACTS_USER(userId_1, userId_2)

on {userId_1} referencia USER,

i {userId_2} referencia USER

Nom	Tipus	Pot ser nul?	Valor per defecte
userId_1	uuid	No	
userId_2	uuid	No	

Taula 35: Atributs de l'entitat USER_CONTACTS_USER

5.1.3 Endpoints

En la taula següent hi ha la descripció dels endpoints amb els requisits necessaris per a utilitzar-los.

Tipus	R	URI	Descripció
POST	N	auth	Autenticació de l'usuari amb les credencials proporcionades.
POST	N	users	Dona d'alta a un usuari.
GET	J	auth	Si l'usuari està autenticat, retorna les credencials de l'usuari.
PUT	J	users	Modifica les dades proporcionades de l'usuari autenticat.
GET	J	users/user	Obté les dades de l'usuari autenticat.
POST	U	medications	Afegeix una medicació.
PUT	U	medications/:id	Modifica les dades d'una medicació amb l'identificador proporcionat.
DEL	U	medications/:id	Elimina una medicació amb l'identificador proporcionat.
GET	U	medications/medication/:id	Modifica les dades d'una medicació amb l'identificador proporcionat.
GET	U	medications/user	Obté les medicacions de l'usuari autenticat.
GET	U	schedules/medication/:id	Obté les programacions de la medicació amb l'identificador proporcionat.
GET	U	schedules/schedule/:id	Obté la programació amb l'identificador proporcionat.
GET	U	schedules/today	Obté les programacions per a la medicació activa de l'usuari autenticat.
POST	U	schedules	Crea una planificació per a l'usuari autenticat.
PUT	U	schedules/:id	Modifica les dades d'una planificació amb l'identificador proporcionat.

DEL	U	schedules/:id	Elimina una planificació amb l'identificador proporcionat.
GET	U	users/contacts	Obté la llista de contactes de l'usuari autenticat.
GET	U	users/push/notifications	Obté les notificacions de l'usuari autenticat.
POST	U	users/contact	Afegeix el contacte a la llista de contactes de l'usuari.
DEL	U	users	Elimina l'usuari autenticat.
DEL	U	users/contact	Elimina el contacte de la llista de contactes de l'usuari.
GET	A	medications	Obté totes les medicacions.
GET	A	medications/stats/active	Obté les estadístiques de les medicacions actives.
GET	A	medications/user/:id	Obté les medicacions que pertanyen a l'identificador de l'usuari.
POST	A	medications/:userId	Afegeix una medicació a l'usuari autenticat.
GET	A	schedules	Obté totes les programacions.
GET	A	tasks	Obté tots els treballs.
DEL	A	tasks/:id	Elimina la tasca del gestor de treballs.
GET	A	users	Obté tots els usuaris.
GET	A	users/user/:id	Obté les dades de l'usuari amb l'identificador proporcionat.
PUT	A	users/:id	Modifica les dades proporcionades de l'usuari amb l'identificador proporcionat.
DEL	A	users/:id	Elimina l'usuari amb l'identificador proporcionat.

Taula 36: Endpoints del servidor

Requisits (columna R):

- A: usuari autenticat amb rol administrador.
- J: usuari autenticat amb rol usuari o administrador.
- N: usuari no autenticat.
- U: usuari autenticat amb rol usuari.

El nom del recurs correspon a la primera part de l'URI. Per exemple els URI que comencen amb «users» correspon al recurs users (users.controller.ts, users.module.ts i users.service.ts). Aquests fitxers estan a la carpeta users.

El *backend* s'ha desenvolupat abans que el *frontend* estigués disponible; no obstant això, s'han pogut provar els *endpoints* amb Postman. En aquest aspecte, hi ha tres tipus de peticions que es poden fer amb Postman en funció de si un usuari està autenticat o no.

El primer tipus és el més senzill, són les peticions que no tenen cap requisit, com ara registrar un usuari nou (POST users). El segon tipus permet obtenir el toquen una vegada s'ha autenticat un usuari i emmagatzemar-lo en una variable d'entorn en Postman (POST auth). En l'últim tipus

s'incrusta el toquen obtingut en el segon tipus en la capçalera de la petició, per exemple per obtenir les dades de l'usuari autenticat (GET users/user).

La col·lecció de Postman amb les peticions a l'API que s'han fet durant el desenvolupament està disponible al següent enllaç [medicament-api](#). A més, les exportacions de la col·lecció i de l'entorn de Postman es poden trobar al dipòsit del codi font del *backend*:

- [medicaments-api.postman_collection.json](#)
- [medicaments-api.postman_environment.json](#)

A continuació s'adjunten alguns exemples rellevants de dissenys tècnics.

A part, la documentació de l'API amb Swagger està disponible a <http://localhost:3000/api>

5.1.3.1 Donar d'alta a un usuari (POST users)

El tipus de petició és: POST.

L'URI per provar l'endpoint a l'entorn de desenvolupament local amb docker és:

<http://localhost:3000/users>

El cos de la petició conté les dades de l'usuari. Per exemple:

```
{  
    "name": "Jose Maria",  
    "surname_1": "Collado",  
    "surname_2": "López",  
    "alias": "Chema",  
    "birth_date": "11/11/1960",  
    "email": "patient@test.org",  
    "password": "testtest",  
    "role": "user"  
}
```

Exemple de sortida quan s'afegeix correctament l'usuari (codi d'estat 201):

```
{  
    "id": "602edfbb-b1cb-426a-964d-d1a81c19526b",  
    "name": "Jose Maria",  
    "surname_1": "Collado",  
    "surname_2": "López",  
    "alias": "Chema",  
    "birth_date": "1960-11-11T00:00:00.000Z",  
    "email": "patient@test.org",  
    "role": "user",  
    "device_token": null,  
    "created_at": "2025-05-21T17:31:06.984Z",  
    "updated_at": "2025-05-21T17:31:06.984Z"  
}
```

Exemple de sortida quan s'afegeix un usuari que ja existeix:

```
{  
  "message": "Key (email)=(patient@test.org) already exists.",  
  "error": "Bad Request",  
  "statusCode": 400  
}
```

Disseny tècnic:

Una vegada creada l'entitat «User» i la classe «CreateUserDTO», es demana implementar l'endpoint «POST users». Per a fer-ho s'haurà d'afegir el mètode «addUser» al controlador «UsersController». Aquest mètode haurà de tornar l'usuari creat sense la contrasenya en cas que s'hagi completat correctament el registre, altrament haurà de llançar una excepció de tipus «BadRequestException». L'operació de crear i desar l'usuari al repositori d'usuaris es realitzarà al mètode «addUser» del servei «UserService». Les dades proporcionades es poden desar directament al repositori, ja que la contrasenya s'ofusca en el procés d'alta del registre al repositori.

5.1.3.2 Autenticar un usuari (POST auth)

El tipus de petició és: POST.

L'URI per provar l'endpoint a l'entorn de desenvolupament local amb docker és:

<http://localhost:3000/auth>

El cos de la petició conté les dades de l'usuari. Per exemple:

```
{  
  "username": "patient@test.org",  
  "password": "testtest"  
}
```

Exemple de sortida quan s'afegeix correctament l'usuari (codi d'estat 200):

```
{  
  "user_id": "602edfbb-b1cb-426a-964d-d1a81c19526b",  
  "user_role": "user",  
  "access_token":  
  "eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ9.eyJ1c2VyX2FsaWFzIjoiQ2hlbWEiLCJ1c2VyX2lkIjoiNjAyZWRmYmItYjFjYi00MjZhLTk2NGQtZDFhODFjMTk1MjZiIiwidXNlcl9yb2xlioidXNlcIIsImlhCI6MTc0Nzg1MDI4MiwiZXhwIjoxNzQ3ODUzODgyfQ.slQlFMGFAwL2FVOpCSO  
HmGrKx7AM5PLEpBU3uxw2Y0A"  
}
```

Exemple de sortida quan les credencials d'accés no són vàlides:

```
{  
  "message": "User with email patient@test.org not found",  
  "error": "Not Found",  
  "statusCode": 404  
}
```

Disseny tècnic:

Una vegada implementat el guàrdia «LocalAuthGuard» es demana implementar l'endpoint «POST auth». Per a fer-ho s'haurà de cridar el mètode «addUser» del servei «AuthService» dins del mètode «login» del controlador «AuthController». Aquest mètode retornarà tres elements: «user_id», l'identificador de l'usuari (uuid); «user_role», el rol de l'usuari; «access_token» la signatura amb JWT dels camps «user_alias», l'àlies de l'usuari; «user_id», l'identificador de l'usuari (uuid); «user_role», el rol de l'usuari. La verificació de les credencials la realitza l'estrategia local que està definida a la classe «LocalStrategy», que crida al mètode «validateUser» del servei «AuthService».

En la col·lecció de Postman, creeu les variables d'entorn «access_token» i «user_id» per a emmagatzemar les dades obtingudes a la resposta de l'API per a futures peticions en les quals es requereixi el seu valor.

La validació de les credencials es pot realitzar a <https://jwt.io/>

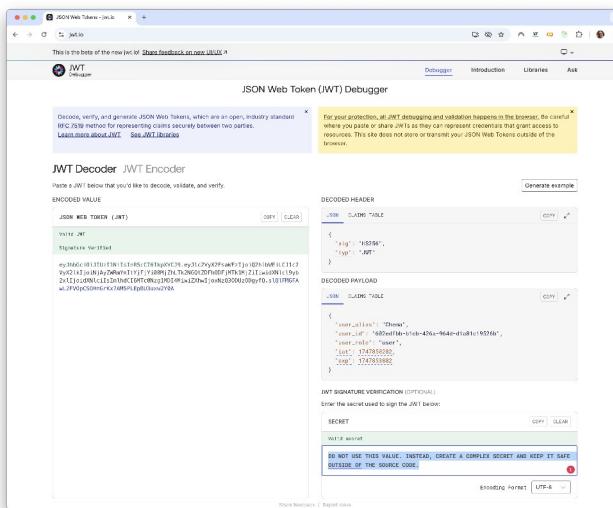


Figura 45: Descodificació i validació del toquen

El secret és:

DO NOT USE THIS VALUE. INSTEAD, CREATE A COMPLEX SECRET AND KEEP IT SAFE OUTSIDE OF THE SOURCE CODE.

5.1.3.3 Eliminar un usuari (DEL users)

El tipus de petició és: DEL.

L'URI per provar l'endpoint a l'entorn de desenvolupament local amb docker és:
<http://localhost:3000/users>

En la capçalera cal afegir el toquen obtingut després de l'autenticació.

Exemple de sortida amb un toquen vàlid (codi d'estat 200):

```
{  
  "name": "Jose Maria",  
  "surname_1": "Collado",  
  "surname_2": "López",  
  "alias": "Chema",  
  "birth_date": "1960-11-11T00:00:00.000Z",  
  "email": "patient@test.org",  
  "role": "user",  
  "device_token": null,  
  "created_at": "2025-05-21T18:42:53.699Z",  
  "updated_at": "2025-05-21T18:42:53.699Z"  
}
```

Exemple de sortida quan no s'afegeix el toquen:

```
{  
  "message": "Unauthorized",  
  "statusCode": 401  
}
```

Exemple de sortida si la petició l'envia un usuari autenticat amb el rol «admin»:

```
{  
  "message": "Forbidden resource",  
  "error": "Forbidden",  
  "statusCode": 403  
}
```

Exemple de sortida si s'intenta eliminar un usuari que no existeix:

```
{  
  "message": "User with ID 123e4567-e89b-12d3-a456-426614174000 not found",  
  "error": "Not Found",  
  "statusCode": 404  
}
```

Disseny tècnic:

Una vegada creat el decorador «@Auth» que comprova que la signatura del toquen és vàlida i que l'usuari autenticat té el rol necessari, es demana implementar l'endpoint «DEL users» que elimina l'usuari del repositori i retorna les dades de l'usuari si el toquen és vàlid i es troba l'identificador al repositori d'usuaris. Per a fer-ho cal implementar el mètode «deleteUser» al controlador «UsersController». Dins d'aquest mètode es cridarà al mètode «deleteUser» del servei «UserService» que cercarà l'identificador de l'usuari al repositori d'usuaris i l'eliminarà del repositori si el troba. En cas que no trobi l'usuari llançarà una excepció de tipus «NotFoundException». Tingueu en compte que l'identificador de l'usuari es pot obtenir amb el decorador @ActiveUser, per aquest motiu no cal passar una altra vegada l'uuid de l'usuari en la petició.

5.1.3.4 Obtenir les dades d'un usuari (GET users/user)

El tipus de petició és: GET.

L'URI per provar l'endpoint a l'entorn de desenvolupament local amb docker és:

<http://localhost:3000/users/user>

En la capçalera cal afegir el toquen obtingut després de l'autenticació.

Exemple de sortida amb un toquen vàlid (codi d'estat 200):

```
{  
  "id": "7598d614-8060-4d1d-bd80-46e69ff98957",  
  "name": "Jose Maria",  
  "surname_1": "Collado",  
  "surname_2": "López",  
  "alias": "Chema",  
  "birth_date": "1960-11-11T00:00:00.000Z",  
  "email": "patient@test.org",  
  "role": "user",  
  "device_token": null,  
  "created_at": "2025-05-21T18:42:53.699Z",  
  "updated_at": "2025-05-21T18:42:53.699Z"  
}
```

Exemple de sortida quan no s'afegeix el toquen:

```
{  
  "message": "Unauthorized",  
  "statusCode": 401  
}
```

Exemple de sortida si la petició l'envia un usuari autenticat amb el rol «admin»:

```
{  
  "message": "Forbidden resource",  
  "error": "Forbidden",  
  "statusCode": 403  
}
```

Exemple de sortida si s'intenta eliminar un usuari que no existeix:

```
{  
  "message": "User with ID 123e4567-e89b-12d3-a456-426614174000 not found",  
  "error": "Not Found",  
  "statusCode": 404  
}
```

Disseny tècnic:

Una vegada creat el guàrdia «JwtAuthGuard» que comprova que la signatura del toquen és vàlida, es demana implementar l'endpoint «GET users/user» que retorna l'usuari si el toquen és vàlid. Per a fer-ho cal implementar el mètode «getOne» del controlador «UsersController». Dins d'aquest mètode es cridarà al mètode «getOne» del servei «UserService» que cercarà l'usuari al repositori amb l'identificador de l'usuari. En cas que es trobi un usuari amb l'identificador passat com a argument, retorna les dades de l'usuari, altrament llançarà una excepció de tipus «NotFoundException». Tingueu en compte que l'identificador de l'usuari es pot obtenir amb el decorador @ActiveUser, per aquest motiu no cal passar una altra vegada l'uuid de l'usuari en la petició.

5.1.3.5 Actualitzar un usuari (PUT users)

El tipus de petició és: PUT.

L'URI per provar l'endpoint a l'entorn de desenvolupament local amb docker és:

<http://localhost:3000/users>

En la capçalera cal afegir el toquen obtingut després de l'autenticació.

El cos de la petició conté les dades de l'usuari a actualitzar. Per exemple:

```
{  
  "surname_2": "Pérez"  
}
```

Exemple de sortida amb una petició vàlida (codi d'estat 200):

```
{
```

```
{"id": "10c175fa-b38c-4580-9a99-627e2c37f1d6",
"name": "Jose Maria",
"surname_1": "Collado",
"surname_2": "Pérez",
"alias": "Chema",
"birth_date": "2025-05-21T19:40:34.457Z",
"email": "patient@test.org",
"role": "user",
"device_token": null,
"created_at": "2025-05-21T19:39:56.632Z",
"updated_at": "2025-05-21T19:39:56.632Z"
}
```

Exemple de sortida quan no s'afegeix el toquen:

```
{
  "message": "Unauthorized",
  "statusCode": 401
}
```

Exemple de sortida si la petició l'envia un usuari autenticat amb el rol «admin»:

```
{
  "message": "Forbidden resource",
  "error": "Forbidden",
  "statusCode": 403
}
```

Exemple de sortida si s'intenta actualitzar un usuari que no existeix:

```
{
  "message": "User with ID 123e4567-e89b-12d3-a456-426614174000 not found",
  "error": "Not Found",
  "statusCode": 404
}
```

Disseny tècnic:

Una vegada creat el guàrdia «JwtAuthGuard» que comprova que la signatura del toquen és vàlida, es demana implementar l'endpoint «POST users» que actualitza les dades del l'usuari autenticat. Per a fer-ho cal implementar el mètode «updateUser» del controlador «UsersController». Dins d'aquest mètode es cridarà al mètode «updateUser» del servei «UserService» que cercarà l'usuari al repositori amb l'identificador de l'usuari. En cas que es trobi un usuari amb l'identificador passat com a argument, actualitzarà les dades de l'usuari, altrament llançarà una excepció de tipus «NotFoundException». En cas que que s'actualitzi la

contrasenya, abans d'actualitzar el camp se substituirà el text pla de la contrasenya amb el valor de la funció hash de bcrypt. Tingueu en compte que l'identificador de l'usuari es pot obtenir amb el decorador `@ActiveUser`, per aquest motiu no cal passar una altra vegada l'uuid de l'usuari en la petició.

5.2 Frontend

5.2.1 Biblioteques, dependències i eines

5.2.1.1 Boilerplate per a una aplicació Angular

En aquest boilerplate es detalla com s'ha inicialitzat l'aplicació que utilitza el framework Angular per a implementar el frontend de l'aplicació de gestió de medicaments.

Llista dels paquets instal·lats:

- `@angular/cli`: eina d'interfície de línia d'ordres utilitzada per crear l'aplicació i gestionar-la.
- `@angular-eslint/schematics`: per habilitar el suport d'ESLint a Angular.
- `prettier`: eina utilitzada per donar format al codi.
- `prettier-eslint`: eina utilitzada per donar format al codi segons la configuració d'ESLint.
- `eslint-config-prettier`: desactiva les regles innecessàries o que poden entrar amb conflicte amb prettier.
- `eslint-plugin-prettier`: executa Prettier com una regla d'ESLint i informa de les incidències com a problemes individuals d'ESLint.

Abans de crear l'aplicació Angular cal instal·lar `@angular/cli` de forma global:

```
npm install -g @angular/cli
```

Després creem el projecte amb la següent ordre (seleccionem SCSS i no habilitem SSR):

```
ng new frontend --no-standalone
```

Una vegada creada la base de l'aplicació, accedim a la carpeta i instal·lem l'eina Prettier per donar format al codi:

```
cd frontend  
npm install --save-dev prettier
```

Creem el fitxer de configuració de prettier `.prettierrc.json` amb el següent contingut:

```
{  
  "trailingComma": "none",
```

```
"tabWidth": 2,  
"semi": true,  
"singleQuote": true,  
}
```

Afegim el suport d'ESLint per a Angular:

```
ng add @angular-eslint/schematics
```

Després afegim el connector de prettier per a eslint:

```
npm install prettier-eslint eslint-config-prettier eslint-plugin-prettier --save-dev
```

Modifiquem el fitxer prettier .prettierrc.json:

```
{  
  "trailingComma": "none",  
  "tabWidth": 2,  
  "semi": true,  
  "singleQuote": true,  
  "overrides": [  
    {  
      "files": "*.{html,ts}",  
      "options": {  
        "parser": "angular"  
      }  
    }  
  ]  
}
```

També modifiquem el fitxer eslint.config.js

```
// @ts-check  
const eslint = require("@eslint/js");  
const tseslint = require("typescript-eslint");  
const angular = require("angular-eslint");  
const eslintPluginPrettierRecommended = require('eslint-plugin-prettier/recommended');  
const ngrx = require('@ngrx/eslint-plugin/v9');

module.exports = tseslint.config(  
{  
  files: ["**/*.ts"],  
  extends: [  
    eslint.configs.recommended,  
    ...tseslint.configs.recommended,
```

```

...tslint.configs.stylistic,
...angular.configs.tsRecommended,
...ngrx.configs.all,
eslintPluginPrettierRecommended,
],
processor: angular.processInlineTemplates,
rules: {
  "@angular-eslint/directive-selector": [
    "error",
    {
      type: "attribute",
      prefix: "app",
      style: "camelCase",
    },
  ],
  "@angular-eslint/component-selector": [
    "error",
    {
      type: "element",
      prefix: "app",
      style: "kebab-case",
    },
  ],
},
{
  files: ["**/*.html"],
  extends: [
    ...angular.configs.templateRecommended,
    ...angular.configs.templateAccessibility,
  ],
  rules: {},
}
);

```

Els connectors de VS Code que s'han utilitzat, estan a la llista de recomanacions de l'espai de treball. Es poden instal·lar després d'obrir la carpeta que contingui l'arrel de l'aplicació del framework. Per a fer-ho només cal accedir la pestanya «Extensions», clicar al botó de filtre i seleccionar «Recommended», o bé teclejar @recommended al quadre de text.

Llista de connectors

- <https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=esbenp.prettier-vscode>
- <https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=dbaeumer.vscode-eslint>
- <https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=PKief.material-icon-theme>
- <https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=streetsidesoftware.code-spell-checker>

- <https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=EditorConfig.EditorConfig>
- <https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=Angular.ng-template>

5.2.1.2 @angular/material

Angular Material és una biblioteca de components d'interfície d'usuari que està basada en Material Design, i que ha estat dissenyada per a ser utilitzada en aplicacions Angular. Aquesta biblioteca proporciona elements com ara botons, targetes, formularis i taules amb estils predefinits i funcionalitats avançades. Per instal·lar els paquets necessaris s'ha utilitzat següent ordre:

```
npx ng add @angular/material
```

En el frontend s'han utilitzat els següents components d'Angular Material:

- MatButtonModule
- MatCardModule
- MatCheckboxModule
- MatChipsModule
- MatFormFieldModule
- MatIconModule
- MatInputModule
- MatListModule
- MatNativeDateModule
- MatProgressSpinnerModule
- MatSelectModule
- MatSidenav
- MatSidenavModule
- MatTableModule
- MatTimepickerModule
- MatToolbarModule

Dins del fitxer styles.scss es modifica l'estil predeterminat d'Angular Material:

```
@use '@angular/material' as mat;

:root {
  @include mat.button-overrides((filled-container-shape: 8px));
  @include mat.sidenav-overrides((container-shape: 0px));
}

html {
  color-scheme: light dark;
  @include mat.theme((color: mat.$blue-palette,
    typography: Roboto,
    density: 0));
}

.warn {
  @include mat.theme((color: mat.$red-palette));
}

.accent {
```

```

    @include mat.theme((color: mat.$magenta-palette));
}

```

En la plantilla index.html es defineixen els elements meta per a Angular Material:

```

<link href="https://fonts.googleapis.com/css2?
family=Roboto:wght@300;400;500&display=swap" rel="stylesheet">
<link href="https://fonts.googleapis.com/icon?family=Material+Icons" rel="stylesheet">

```

A més, es redefineixen els estils als següents fitxers:

```

src/app/Medication/components/medication-card/medication-card.component.scss
src/app/Notification/components/notification-card/notification-card.component.scss
src/app/Schedule/components/schedule-card/schedule-card.component.scss
src/app/Schedule/components/today-list/today-list.component.scss
src/app/User/components/contact-card/contact-card.component.scss
src/app/User/components/user-card/user-card.component.scss

```

5.2.1.3 **@ngrx/store, @ngrx/effects i @ngrx/store-devtools**

NgRx permet gestionar l'estat de l'aplicació de forma centralitzada.

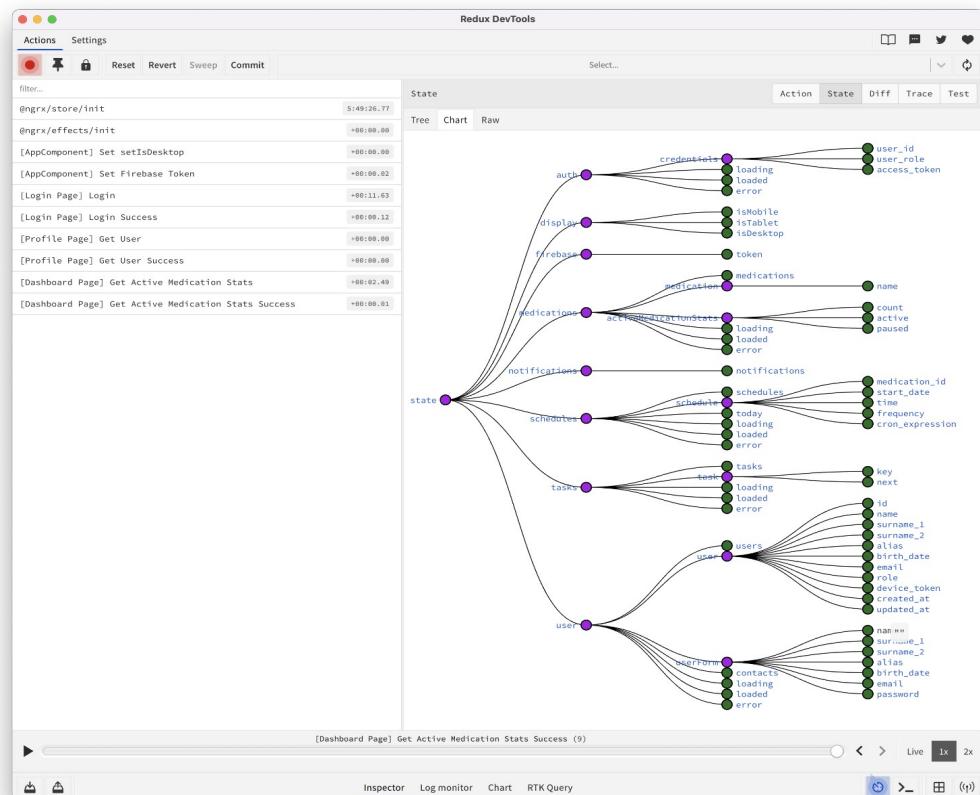


Figura 46: Diagrama d'estat (Redux DevTools)

Per instal·lar els paquets necessaris de NgRx al frontend s'ha utilitzat següent ordre:

```
npx ng add @ngrx/store @ngrx/effects @ngrx/store-devtools
```

Els estats que tenen els atributs «loading», «loaded» i «error» permeten gestionar si l'acció s'ha completat (loading=false, loaded=true) a correctament (error=nul) o no (error!=null). En aquests estats també es bloqueja la pantalla amb un spinner que ocupa la pantalla fins que els atributs «loading: true» i «loaded: false» passin a «loading: false» i «loaded: true».

Estat	Atribut	Descripció
auth	credentials	Identificador de l'usuari (uuid)
		Rol de l'usuari («admin» o «user»)
		Bearer token (cadena de text)
		Àlies de l'usuari (cadena de text)
	password	Contrasenya de l'usuari (cadena de text)
	loading	És de tipus booleà. Cert si s'està processant, altrament fals.
	loaded	És de tipus booleà. Cert si ja s'ha processat, altrament fals.
	error	Error

Estat	Atribut	Descripció
display	isMobile	És de tipus booleà. Cert si la mida de la pantalla correspon a un telèfon mòbil, altrament fals. Aquest atribut s'utilitza per al responsive design.
	isTablet	És de tipus booleà. Cert si la mida de la pantalla correspon a una tauleta, altrament fals. Aquest atribut s'utilitza per al responsive design.
	isDesktop	És de tipus booleà. Cert si la mida de la pantalla correspon a un ordinador d'escriptori, altrament fals. Aquest atribut s'utilitza per al responsive design.

Estat	Atribut	Descripció
firebase	token	Cadena de text amb el token de dispositiu de Firebase Cloud Messaging.

Estat	Atribut	Descripció
medications	medications	Llista de medicacions.
	medication	Nom de la medicació

	loading	És de tipus booleà. Cert si s'està processant, altrament fals.
	loaded	És de tipus booleà. Cert si ja s'ha processat, altrament fals.
	error	Error

Estat	Atribut	Descripció
notifications	notifications	Llista de notificacions de l'usuari autenticat.

Estat	Atribut	Descripció
schedules	schedules	Llista de planificacions de l'usuari autenticat.
	schedule	Identificador de la medicació. (numèric)
		start_date Hora per prendre la medicació. S'utilitza per inicialitzar el Date Picker. (marca de temps amb zona horària)
		time Hora per prendre la medicació. S'utilitza per ordenar les programacions. (hora sense zona horària)
		frequency Freqüència. (cadena de text)
	cron_expression	Expressió cron. (cadena de text)
	today	Llista de les medicacions actives amb les seves planificacions per a l'usuari actualment autenticat.
	loading	És de tipus booleà. Cert si s'està processant, altrament fals.
	loaded	És de tipus booleà. Cert si ja s'ha processat, altrament fals.
	error	Error

Estat	Atribut	Descripció
tasks	tasks	Llista de tasques.
	task	Identificador de la tasca. L'identificador correspon amb l'identificador numèric de la planificació. (cadena de text)
		next Data i hora del següent recordatori per prendre la medicació. (marca de temps amb zona horària)
	loading	És de tipus booleà. Cert si s'està processant, altrament fals.
	loaded	És de tipus booleà. Cert si ja s'ha processat, altrament fals.
	error	Error

Estat	Atribut		Descripció
user	users		Llista d'usuaris.
	user	name	Nom de l'usuari. (cadena de text)
		surname_1	Primer cognom de l'usuari. (cadena de text)
		surname_2	Segon cognom de l'usuari. (cadena de text)
		alias	Àlies de l'usuari. (cadena de text)
		birth_date	Data de naixement de l'usuari. (marca de temps amb zona horària)
		email	Adreça de correu de l'usuari. (cadena de text)
		password	Contrasenya de l'usuari. (cadena de text)
	userForm	name	Nom de l'usuari. Un usuari amb rol «administrador» utilitza aquest atribut a «User Form». (cadena de text)
		surname_1	Primer cognom de l'usuari. Un usuari amb rol «administrador» utilitza aquest atribut a «User Form». (cadena de text)
		surname_2	Segon cognom de l'usuari. Un usuari amb rol «administrador» utilitza aquest atribut a «User Form». (cadena de text)
		alias	Àlies de l'usuari. Un usuari amb rol «administrador» utilitza aquest atribut a «User Form». (cadena de text)
		birth_date	Data de naixement de l'usuari. Un usuari amb rol «administrador» utilitza aquest atribut a «User Form». (marca de temps amb zona horària)
		email	Adreça de correu de l'usuari. Un usuari amb rol «administrador» utilitza aquest atribut a «User Form». (cadena de text)
		password	Contrasenya de l'usuari. Un usuari amb rol «administrador» utilitza aquest atribut a «User Form». (cadena de text)
	contacts		Llista d'usuaris.
	loading		És de tipus booleà. Cert si s'està processant, altrament fals.
	loaded		És de tipus booleà. Cert si ja s'ha processat, altrament fals.
	error		Error

5.2.1.4 @ngx-env/builder

Per instal·lar els paquets necessaris s'ha utilitzat següent ordre:

```
npx ng add @ngx-env/builder
```

Aquesta biblioteca permet carregar les variables d'entorn que estan definides en fitxers de text pla com ara «.env». Les variables d'entorn comencen amb el prefix «NG_APP_».

5.2.1.5 @angular/service-worker

Per instal·lar els paquets necessaris s'ha utilitzat següent ordre:

```
npx ng add @angular/pwa
```

Inicialitza un Service Worker que permet proporcionar l'aplicació com a PWA.

Per iniciar l'aplicació amb el servidor web http-server:

```
npx ng build  
npx http-server -p 8080 -c-1 dist/frontend/browser
```

5.2.1.6 firebase

Per instal·lar els paquets necessaris s'ha utilitzat següent ordre:

```
npm install --save firebase
```

La inicialització de la biblioteca es fa dins del constructor de NotificationService. El token del dispositiu es desa a l'Store de NgRx. Després que s'autentifica un usuari, es compara el token obtingut amb el token emmagatzemat a la base de dades. En cas els tokens que siguin diferents s'actualitza el token de la base de dades.

L'obtenció del token del dispositiu es fa dins del mètode ngOnInit del component AppComponent.

```
this.notificationService.saveMessagingDeviceToken();
```

Nota: per a mostrar les notificacions en macOS s'han d'habilitar les notificacions de Google Chrome (Preferències del Sistema → Notificacions → Google Chrome → Permet les notificacions) i el mode de concentració ha d'estar inhabilitat (Preferències del Sistema → Mode de concentració → Estat de concertació → Desactivat). A més es pot establir el mode de concentració des d'un altre dispositiu si l'opció «Comparteix entre dispositius» està habilitada. Altrament es pot desactivar/activar mantenint premuda la tecla d'opció mentre es fa clic a la data i hora del menú superior.

5.2.2 Llista dels URI

En la següent taula es llisten els URI del frontend i el component associat al fitxer app-routing.module.ts:

R	URI	Component	Mòdul
N	/	LandingComponent	AppModule
N	landing		
N	help	HelpComponent	
N	privacy	PrivacyComponent	
N	terms	TermsComponent	

R	URI	Component	Mòdul
N	login	LoginComponent	AuthModule

R	URI	Component	Mòdul
A	profile	ProfileComponent	UserModule
N	register	RegisterComponent	
A	user/contact/form	ContactFormComponent	
A	user/contact/list	ContactListComponent	
A	user/edit/:id	UserFormComponent	

R	URI	Component	Mòdul
A	user/history	HistoryListComponent	MedicationModule
A	user/medication/new	MedicationNewComponent	
A	user/medication/edit/:id'	MedicationEditComponent	
A	user/medication/list	MedicationListComponent	

R	URI	Component	Mòdul
A	user/schedule/new/	ScheduleNewComponent	ScheduleModule
A	user/schedule/edit/:id	ScheduleEditComponent	
A	user/schedule/list/:id	ScheduleListComponent	
A	user/today	TodayListComponent	

R	URI	Component	Mòdul
A	admin/dashboard	DashboardComponent	AppModule

R	URI	Component	Mòdul
A	admin/task/list	TaskListComponent	TaskModule

Requisits (columna R):

- N: usuari no autenticat
- A: usuari autenticat

Els elements del menú de navegació canvien un cop un usuari inicia o tanca la sessió, i també segons el seu rol. L'esquema principal de la pàgina, amb els elements de navegació, es defineix al component AppComponent.

6 Usabilitat

Per tal de proporcionar una bona experiència d'usuari (UX) s'han utilitzat patrons de disseny estàndard així com la biblioteca de components basada en *Material Design*⁹.

El contingut de les pàgines s'adapta a la mida del dispositiu, perquè l'usuari pugui utilitzar el dispositiu que vulgui. En aquest sentit, l'aplicació es pot utilitzar en tres tipus de dispositius: telèfons mòbils, tauletes i ordinadors.

En els apartats anteriors s'ha descrit l'arquitectura de la informació. En els mapes del lloc web es pot veure el resultat de la definició de l'estructura i com aquesta està relacionada amb les accions que pot realitzar un usuari si està autenticat o no, i el rol que té en autenticar-se. L'etiquetatge es va extreure del benchmarking i correspon amb els elements del menú de navegació. A més la informació de les pàgines ha estat estructurada de forma jeràrquica amb capçaleres, utilitzant sempre la mateixa guia d'estil.

Per revisar la usabilitat de l'aplicació web s'ha utilitzat l'eina Google Lighthouse¹⁰, on entre d'altres s'analitza no tan sols la usabilitat sinó que a més també s'analitzen altres factors que poden influir en l'UX com ara el rendiment («Performance») que involucra el temps de càrrega. Una aplicació que trigui massa temps a carregar-se pot provocar una UX negativa, en la que els usuaris poden decidir deixar d'utilitzar l'aplicació. Altrament, la puntuació de l'apartat «SEO» permet que els motors de cerca i d'indexació, etiquetin i indexin de forma correcta el contingut del lloc web, la qual cosa permet als usuaris trobar l'aplicació i la informació del lloc web als cercadors.

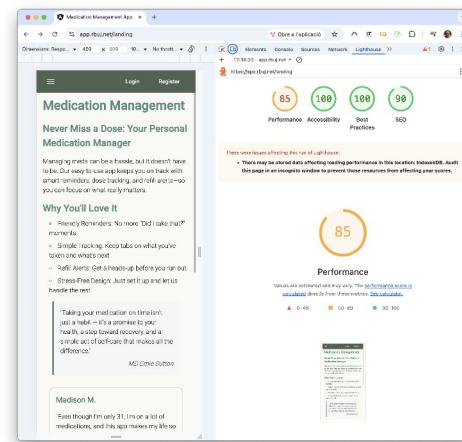


Figura 47: Informe de Lighthouse per a telèfons mòbils

9 <https://m3.material.io/>

10 [https://en.wikipedia.org/wiki/Lighthouse_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Lighthouse_(software))

S'ha validat el codi html, tot i que el contingut es genera de forma dinàmica amb JavaScript.

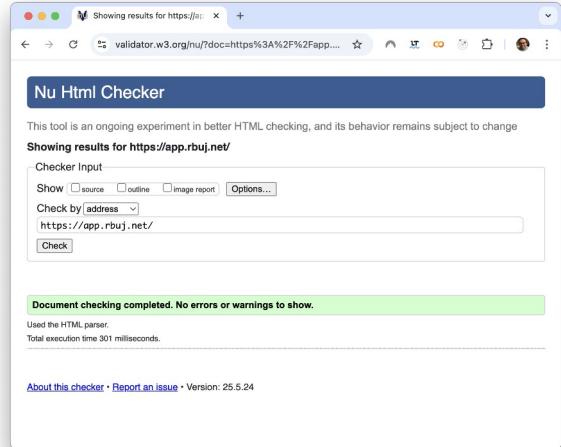


Figura 48: validació codi html <https://validator.w3.org>

També s'ha validat el codi css que es transpila a partir de sass.



Figura 49: Validació css <https://jigsaw.w3.org/css-validator/>

Per manca de temps no s'ha pogut realitzar un estudi de la usabilitat exhaustiu amb tests sense usuaris i tests amb usuaris. Per la qual cosa es recomana dur a terme aquestes proves per millorar l'UX així com realitzar les adaptacions necessàries a l'aplicació perquè la pugui utilitzar el nombre més gran d'usuaris, incloent-hi els que tinguin algun tipus de discapacitat.

7 Conclusions i treballs futurs

Els objectius s'han complert satisfactoriament, demostrant que l'encadenament de les etapes que s'han seguit durant la realització del treball final, si es fan amb una planificació meticulosa i una execució eficient es pot assolir el desenvolupament i el desplegament d'una aplicació complexa, com ara una aplicació web per a la gestió de medicaments. Aquest projecte complex, es va abordar mitjançant una anàlisi detallada, dividint el projecte en tasques menors, cosa que va facilitar la seva implementació progressiva i controlada.

A més, en la planificació es va considerar que hi hauria diversos factors de risc, incloent-hi la necessitat d'autoaprenentatge, fet que va permetre ampliar els coneixements i va fomentar l'adaptació als reptes tecnològics que es van presentar al llarg del procés de desenvolupament. L'ús de metodologies àgils va ser fonamental per optimitzar els recursos disponibles, promouent una gestió efectiva i flexible del temps i les tasques.

El desenvolupament de l'aplicació es va fer des de zero, tant el frontend com el backend. La creació d'un backend amb NestJS, que proporciona una API REST connectada a una base de dades relacional, es va dur a terme amb èxit. Això assegura una estructura robusta i escalable per la gestió de la informació dels medicaments i dels usuaris.

Un cop assolida la implementació inicial, el frontend es va integrar de forma progressiva amb el backend, el qual proporciona una interfície intuïtiva i accessible als usuaris perquè puguin gestionar eficient la medicació, els horaris i les seves dades personals. L'ús d'un entorn de desenvolupament basat en contenidors va permetre simplificar la configuració, entre d'altres va eliminar la necessitat d'instal·lar i configurar manualment el servidor de bases de dades PostgreSQL.

L'aplicació web es va desplegar en un entorn de producció en un servidor extern, garantint la seva operativitat en condicions reals i posant a prova la seva estabilitat i rendiment. Un cop desplegats els serveis, es van detectar i corregir errors de manera eficient per garantir una experiència fluida als usuaris.

El codi font del backend i del frontend es publica amb llicència MIT, afavorint la transparència i la reutilització del desenvolupament per a futurs projectes i contribucions de la comunitat. Així mateix, es va implementar amb èxit l'opció de gestionar diversos perfils d'usuari, assegurant una diferenciació entre els usuaris estàndard i els administradors, així com l'enviament de missatges als usuaris per a recordar-los-hi que han de prendre la medicació a l'hora.

Finalment, es van dur a terme les proves necessàries per avaluar la integració del sistema. Amb això, es pot concloure que el treball final ha complert tots els seus objectius previstos, consolidant-se com un projecte d'èxit tant en l'àmbit tècnic com acadèmic.

D'altra banda, en aquest treball de final de màster també s'han assolit les fites relacionades amb els Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS) 2030 de l'ONU. Amb l'aplicació web de gestió de medicaments, s'ha contribuït de forma directa a l'objectiu «3. Salut i benestar», ja que promou un millor seguiment dels tractaments mèdics i, en conseqüència, ajudant a reduir la mortalitat

prematura per malalties no transmissibles. Aquest objectiu no beneficia únicament a les persones amb patologies cròniques, sinó que ajuda a qualsevol individu que necessiti seguir un tractament, fomentant així una societat més saludable.

L'impacte de l'aplicació es veu reforçat en el suport a aquelles persones que han de mantenir tractaments perllongats al llarg de la seva vida. L'ús d'una eina digital que facilita la gestió de la medicació, millora la qualitat de vida dels pacients i assegura que el tractament es compleixi de forma correcta. D'aquesta manera, es proporciona una solució real i efectiva a un problema recurrent en la gestió de la salut, cosa que consolida l'ús de l'aplicació com a una eina útil.

A més, l'aplicació web contribueix a l'objectiu «12. Consum i producció sostenible» a través d'un disseny tecnològic eficient i ecològic. La implementació de tècniques avançades escalables, ajuda a disminuir la petjada de carboni i a optimitzar l'ús dels recursos. Aquest enfocament garanteix que la solució no només tingui un impacte positiu en la salut de les persones, sinó també en el medi ambient.

El desenvolupament de l'aplicació també fomenta la reducció de les desigualtats, en línia amb l'objectiu «10. Reducció de les desigualtats». La protecció de la privacitat de les dades dels usuaris, d'acord amb la normativa vigent, i la publicació del codi font sota la llicència MIT garanteixen la transparència i la seguretat per a tots els usuaris. A més, assegura que no es produueixi discriminació basada en factors personals com l'edat, el sexe o la situació econòmica, promovent l'accés igualitari a una tecnologia essencial. En aquest sentit, les proves d'usabilitat poden ajudar a adaptar l'aplicació perquè la puguin utilitzar tots els usuaris, incloent-hi els que presentin algun tipus de discapacitat, com ara discapacitat visual. Una decisió pressa a partir d'aquest estudi per exemple podria ser incloure un tema fosc o d'alt contrast.

La inclusió del projecte al repositori de la UOC, reforça la contribució a l'objectiu «4. Educació de qualitat», ja que permet als estudiants i investigadors accedir a la documentació i al codi font. Aquest enfocament educatiu dona suport a la idea que el coneixement ha de ser accessible per a tothom i fomenta el progrés acadèmic mitjançant la col·laboració oberta.

Un altre aspecte clau que demostra l'èxit dels objectius és l'ús predominant de programari lliure en el desenvolupament de l'aplicació. Aquesta decisió permet que qualsevol persona interessada pugui estudiar, modificar i millorar el codi. Així, l'aplicació no només compleix els objectius acadèmics, sinó que també contribueix a la democratització de la tecnologia.

En conjunt, aquest treball no només ha assolit els objectius que es proposava inicialment, sinó que ha demostrat ser un treball que inclou beneficis socials, mediambientals i educatius. La combinació de la tecnologia, la sostenibilitat i l'educació reflecteix una contribució significativa als ODS 2030, convertint l'aplicació en una eina d'impacte real i transformador en la societat. Aquest èxit posa de manifest la importància de les solucions digitals en la millora del benestar global.

Sens dubte, en futurs treballs es poden incorporar diverses millores per optimitzar l'aplicació de gestió de medicaments i ampliar el seu impacte. Un aspecte crucial en futurs treballs seria l'enregistrament del seguiment de la medicació, si l'usuari pren o no la medicació. D'aquesta manera es podrien enviar notificacions a altres persones en cas que l'usuari no prengui la medicació transcorregut un determinat període de temps.

Una altra de les millors més rellevants podria ser la integració amb sistemes de salut electrònics i bases de dades mèdiques per permetre una sincronització automàtica amb la prescripció mèdica. Això garantiria que els usuaris sempre tinguessin informació actualitzada del seu tractament, reduint errors i facilitant la comunicació entre pacients i professionals sanitaris.

Una altra millora important seria la incorporació d'intel·ligència artificial per a la personalització del seguiment del tractament. Mitjançant algoritmes avançats, l'aplicació podria analitzar els patrons d'ús dels medicaments i oferir recomanacions personalitzades, com ara alertes adaptades a la rutina de cada pacient o suggeriments per evitar interaccions adverses entre medicaments. Això contribuiria a millorar l'eficàcia del tractament i la seguretat dels pacients.

També es podria ampliar la compatibilitat de l'aplicació amb dispositius mèdics portables, com ara rellotges intel·ligents o polseres de salut. Aquesta integració permetria registrar dades de salut en temps real, com ara la pressió arterial o el ritme cardíac, per relacionar-les amb l'administració de la medicació. D'aquesta manera, es podrien detectar possibles problemes de salut i alertar l'usuari de manera proactiva, afavorint un control més precís del seu benestar.

Finalment, es recomana dur a terme proves d'usabilitat amb i sense usuaris per millorar l'experiència d'usuari, incloent-hi el ventall més ampli d'usuaris. Les proves d'usabilitat no tan sols ajudaran a millorar l'experiència d'usuari a les persones amb alguna discapacitat, sinó que també permetran als altres usuaris o agents a accedir millor a la informació de forma ben estructurada i etiquetada.

Bibliografia

Add the Firebase Admin SDK to your server [en línia] [consulta: 25 de març de 2025]. Disponible a: <https://firebase.google.com/docs/admin/setup/>

Angular Marterial Icons. [en línia]. Disponible a: <https://angular-for-all.netlify.app/>

Como configurar un DOMINIO para que apunte a una instancias EC2. [en línia]. Disponible a: <https://www.youtube.com/watch?v=KcyMUOoSrCI>

COYLE A. Create a responsive table with auto layout in Figma [vídeo en línia]. 2023 [consulta: 27 de març de 2025]. Disponible a: <https://www.youtube.com/watch?v=F0AWDbHo6fM>

Deploying Full Stack Apps to AWS EC2 with SQL Databases [vídeo en línia] [consulta: 21 de maig de 2025]. Disponible a: <https://www.sammechward.com/deploying-full-stack-js-to-aws-ec2>

Documentació d'Angular Material [en línia] [consulta: 27 d'abril de 2025]. Disponible a: <https://material.angular.io/components/categories>

Documentació de Firebase Cloud Messaging [en línia] [consulta: 27 d'abril de 2025]. Disponible a: <https://firebase.google.com/docs/cloud-messaging>

Documentació de NestJS [en línia] [consulta: 27 d'abril de 2025]. Disponible a: <https://docs.nestjs.com/>

Documentació de NgRx [en línia] [consulta: 27 d'abril de 2025]. Disponible a: <https://ngrx.io/docs>

Documentació de TypeORM. ONU [en línia] [consulta: 27 d'abril de 2025]. Disponible a: <https://typeorm.io/>

Easily Deploy Full Stack Node.js Apps on AWS EC2 | Step-by-Step Tutorial [vídeo en línia] [consulta: 21 de maig de 2025]. Disponible a: <https://www.youtube.com/watch?v=nQdyiK7-VlQ>

Estil ISO 690. Biblioteca de la UOC [en línia] [consulta: 26 de febrer de 2025]. Disponible a: <https://biblioteca.uoc.edu:8080/ca/plana/Estil-ISO-690/>

Figma LAB (ES), Universitat Oberta de Catalunya [en línia] [consulta: 25 de març de 2025]. Disponible a: <https://sites.google.com/uoc.edu/figma-lab-es/inicio>

GARCÍA SEDÓ, R., BENÍTEZ GARCÍA, L., CHÁVEZ GALIANA, P., VILAR FONT, E. de, FELIP BENGOCHEA, B., FERRER BROTONS, A., FOLCH MOLA, J. y SANABRE, C., 2023. Metodologia i desenvolupament de projectes en xarxa, setembre 2019. S.l.: Universitat Oberta de Catalunya (UOC). Disponible a: <http://hdl.handle.net/10609/148046>

Get FCM device tokens. AngularFire web codelab - 13. Show notifications. [en línia] [consulta: 27 d'abril de 2025]. Disponible a: <https://firebase.google.com/codelabs/firebase-web#12>

Objetivos de Desarrollo Sostenible. ONU [en línia] [consulta: 27 de febrer de 2025]. Disponible a: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

OLMO J. P. Cómo crear estilos de texto en Figma [vídeo en línia]. 2023 [consulta: 26 de març de 2025]. Disponible a: <https://www.youtube.com/watch?v=v5rcMFEZXcg>

OLMO J. P. Cómo diseñar un MENÚ RESPONSIVE en Figma [vídeo en línia]. 2023 [consulta: 26 de març de 2025]. Disponible a: https://www.youtube.com/watch?v=UKWo4_fFfXs

OLMO J. P. TUTORIAL FIGMA: Cómo crear BOTONES con VARIANTES [vídeo en línia]. 2023 [consulta: 26 de març de 2025]. Disponible a: <https://youtu.be/xteJlhCzzA?feature=shared>

OLMO J. P. TUTORIAL FIGMA: Diseñar un FORMULARIO responsive [vídeo en línia]. 2023 [consulta: 26 de març de 2025]. Disponible a: <https://youtu.be/JyBG4Jkk2rw?feature=shared>

PRADEL MIQUEL, J., RAYA MARTOS, J.A., CAMPDERRICH FALGUERAS, B., SÁNCHEZ PORRAS, X., FUERTES ROYO, C. y ALBIÑANA BERTOMEU, R., 2017. Enginyeria del programari, febrer 2013. S.l.: Universitat Oberta de Catalunya. Disponible a: <http://hdl.handle.net/10609/69225>

What is Free Software? - GNU Project - Free Software Foundation [en línia] [consulta: 26 de febrer de 2025]. Disponible a: <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.en.html>

Writer Guide. Libreoffice Documentation Team. [en línia] [consulta: 26 de febrer de 2025] Disponible a: <https://documentation.libreoffice.org/en/english-documentation/>

Annexos

A. Entorn d'execució local.....	1
1. Execució del backend.....	2
a. Fitxer de configuració.....	2
2. Execució del frontend.....	4
a. Fitxer de configuració.....	4
b. Service worker.....	6
B. Desplegament amb AWS.....	7
1. Base de dades (Amazon RDS).....	11
2. Aplicació de NestJS (Amazon EC2).....	14
3. Aplicació d'Angular (AWS Amplify).....	21
4. Instal·lació de l'aplicació.....	25
a. Instal·lació en Android.....	25
b. Instal·lació en macOS amb Google Chrome.....	27
C. Firebase.....	28
1. Crear el projecte.....	28
2. Crear l'aplicació web.....	29
3. Obtenir el parell de claus FCM (valor de VAPID).....	30
4. Obtenir les credencials del compte del servei.....	31
5. Enviar un missatge des de la consola de Firebase.....	33
D. Obtenció i ús del token d'autenticació amb Postman.....	36
E. Prototip de baixa resolució per a ordinadors.....	41
1. Sense autenticar.....	41
2. Autenticat com a pacient.....	42
3. Autenticat com a administrador.....	46
F. Captures de pantalla del Benchmarking.....	49
G. Programari utilitzat.....	74

A. Entorn d'execució local

En el següent apartat es detalla com preparar un entorn local per executar el *backend* i el *frontend* amb el sistema operatiu utilitzat durant la realització d'aquest treball final, macOS Sequoia.

Podeu avançar al següent punt si ja s'ha instal·lat [node@20](#). Per executar el *backend* i el *frontend*, cal instal·lar i activar [node@20](#).

Instal·lar [Homebrew](#):

```
$ /bin/bash -c "$(curl -fsSL  
https://raw.githubusercontent.com/Homebrew/install/HEAD/install.sh)"
```

Actualitzar la llista de paquets disponibles i els ja instal·lats de Homebrew:

```
$ brew update && brew upgrade
```

Instal·lar node:

```
$ brew install node
```

Comprovar la versió de node:

```
$ node --version  
v22.9.0
```

Instal·lar node@20:

```
$ brew install node@20
```

Sobreescriure la versió activa:

```
$ brew link --overwrite node@20
```

Comprovar la versió activa de node:

```
$ node --version  
v20.18.1
```

1. Execució del backend

Des del Terminal, es pot obtenir una còpia del *backend* amb la següent ordre:

```
$ git clone --depth 1 -b master https://github.com/rbj-UOC/medication-management-backend.git
```

S'utilitza un contenidor docker per iniciar el servidor de la base de dades PostgreSQL. La configuració del contenidor conté les credencials d'accés així com el nom de la base de dades utilitzats pel *backend*. Un cop instal·lat i iniciat [Docker Desktop](#), per iniciar el contenidor només cal executar la següent ordre des del Terminal:

```
medication-management-backend$ ./start.sh
```

La primera vegada que s'executa l'odre start.sh, docker baixa la imatge oficial de PostgreSQL.

Abans d'iniciar el *backend*, cal instal·lar els paquets necessaris amb la següent ordre:

```
medication-management-backend$ npm install
```

Un cop finalitzada la instal·lació dels paquets, es pot iniciar el *backend* des del Terminal amb la següent ordre:

```
medication-management-backend$ npm run start
```

Per aturar el *backend* cal prémer les tecles Ctrl+C a la pestanya del Terminal on s'està executant.

Per aturar el contenidor cal prémer les tecles Ctrl+C a la pestanya del Terminal on s'està executant.

La base de dades es crea la primera vegada que s'executa el *backend*. Per crear una nova base de dades, primer cal aturar el *backend*, després cal aturar el contenidor i després cal eliminar la carpeta de la base de dades.

```
medication-management-backend$ rm -fr db
```

a. Fitxer de configuració

Per a la configuració del *backend* s'utilitzen les variables d'entorn que es defineixen al fitxer «.env». A través de les variables d'entorn definim els paràmetres de connexió i les credencials del servidor de base de dades PostgreSQL, així com les credencials necessàries per autenticar-se a l'SDK de Firebase per enviar notificacions *push* amb Firebase Cloud Messaging.

Paràmetres de PostgreSQL:

- DB_HOST: nom del servidor de bases de dades PostgreSQL. El valor per al contenidor docker utilitzat en l'entorn de desenvolupament és "localhost".

- DB_PORT: el port del servidor de bases de dades PostgreSQL. El valor per al contingidor docker utilitzat en l'entorn de desenvolupament és 5432
- DB_USERNAME: nom d'usuari del servidor de bases de dades de PostgreSQL. El valor per al contingidor docker utilitzat en l'entorn de desenvolupament és "postgres".
- DB_PASSWORD: la contrasenya del servidor de bases de dades de PostgreSQL. El valor per al contingidor docker utilitzat en l'entorn de desenvolupament és "p4ssw0rd".
- DB_DATABASE: el nom de base de dades al servidor de bases de dades de PostgreSQL. El valor per al contingidor docker utilitzat en l'entorn de desenvolupament és "medications".

Paràmetres utilitzats en la inicialització de l'SDK de Firebase:

- FIREBASE_PROJECT_ID: l'identificador del projecte.
- FIREBASE_PRIVATE_KEY: la clau privada del compte d'usuari de Firebase Admin SDK.
- FIREBASE_CLIENT_EMAIL: el correu electrònic del compte d'usuari de Firebase Admin SDK.

Exemple de fitxer .env:

```
DB_HOST="localhost"
DB_PORT=5432
DB_USERNAME="postgres"
DB_PASSWORD="p4ssw0rd"
DB_DATABASE="medications"
FIREBASE_PROJECT_ID="app-id"
FIREBASE_PRIVATE_KEY="-----BEGIN PRIVATE KEY-----\nTHE\_PRIVATE\_KEY\n-----\nEND PRIVATE KEY-----\n"
FIREBASE_CLIENT_EMAIL="firebase-adminsdk-fbsvc@app-id.iam.gserviceaccount.com"
```

En la inicialització de l'SDK de Firebase s'han de proporcionar les credencials necessàries per autenticar-se. Aquestes credencials es poden obtenir amb la consola de Firebase. Per a obtenir-les, anem a les propietats del projecte, accedim a la pestanya «Cuentas del servicio» i generem una clau privada nova. Després de clicar al botó «Generar nueva clave privada» s'obté un fitxer json amb els valors que s'han d'introduir al fitxer «.env».

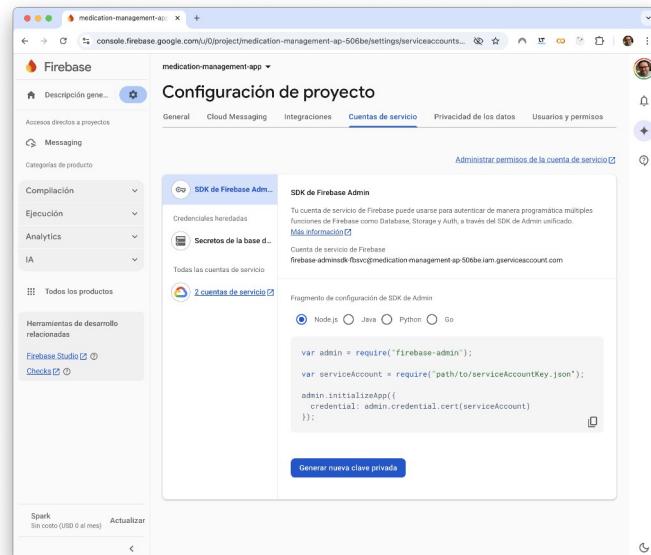


Figura 50: Crear nova nova clau privada per a les credencials de Firebase

2. Execució del frontend

Des del Terminal, es pot obtenir una còpia del *frontend* amb la següent ordre:

```
git clone --depth 1 -b master https://github.com/rbuj-UOC/medication-management-frontend.git
```

Accedim a la carpeta del frontend i instal·lem els paquets necessaris:

```
$ cd medication-management-frontend  
medication-management-frontend $ npm install
```

Després podem iniciar el *frontend* amb la següent ordre:

```
medication-management-frontend$ npm run start
```

Per aturar el *frontend* cal prémer les tecles Ctrl+C a la pestanya del Terminal on s'està executant.

Per iniciar el *frontend* primer cal iniciar el *backend*.

a. Fitxer de configuració

Per a la configuració del *frontend* s'utilitzen variables d'entorn que es defineixen al fitxer «.env». A través de les variables d'entorn definim els paràmetres de Firebase Cloud Messaging (FCM) i l'adreça de l'API. El valor de les variables d'entorn es pot obtenir des de la consola de Firebase, en la pestanya general de les propietats del projecte.

Exemple de fitxer .env:

```
NG_APP_MEDICATION_API_URL=""  
NG_APP_FIREBASE_API_KEY=""  
NG_APP_FIREBASE_AUTH_DOMAIN=""  
NG_APP_FIREBASE_PROJECT_ID=""  
NG_APP_FIREBASE_STORAGE_BUCKET=""  
NG_APP_FIREBASE_MESSAGING_SENDER_ID=""  
NG_APP_FIREBASE_APP_ID=""  
NG_APP_FIREBASE_VAPID_KEY=""
```

Per millorar la seguretat, FCM requereix una clau VAPID (Voluntary Application Server Identification) per web push (estàndard RFC 8292). La clau VAPID es genera des de les propietats del projecte en la consola de Firebase. En la pestanya «Cloud Messaging», cal clicar el botó «Generate key pair». Un cop generades el parell de claus, per a copiar la clau privada, només cal clicar als tres punts de les accions, després mostrar la clau privada i finalment copiar la clau.

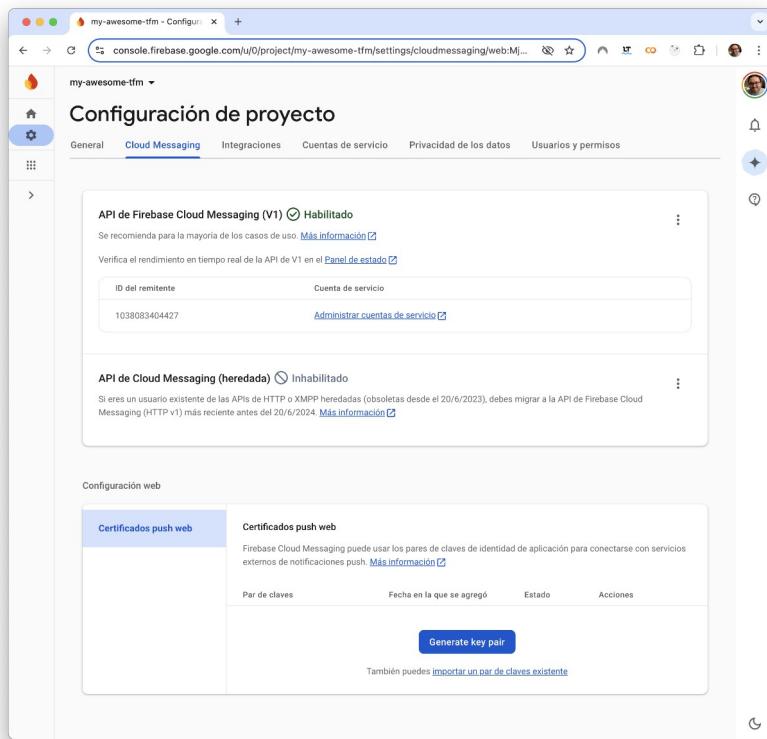


Figura 51: Obtenir VAPID

Els altres valors s'obtenen després de crear l'aplicació web. També es poden consultar a la pestanya «General» en les propietats de l'aplicació.

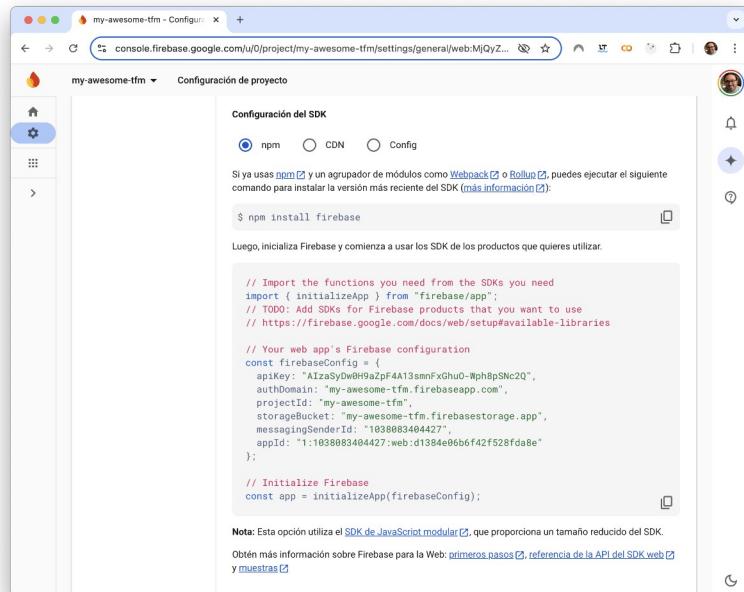


Figura 52: Propietats de l'aplicació - consola de Firebase

b. Service worker

Per a rebre l'esdeveniment onMessage, el frontend defineix el service worker de missatgeria de Firebase al fitxer firebase-messaging-sw.js¹¹.

Els [valors](#) dels atributs de l'objecte firebaseConfig s'obtenen després de crear l'aplicació web. També es poden consultar a la pestanya «General» en les propietats de l'aplicació.

La [versió](#) dels scripts correspon amb la versió del paquet de firebase:

```
$ grep firebase package.json
  "firebase": "^11.6.1",
```

Exemple de fitxer firebase-messaging-sw.js

```
importScripts(
  "https://www.gstatic.com/firebasejs/11.6.1/firebase-app-compat.js"
);
importScripts(
  "https://www.gstatic.com/firebasejs/11.6.1/firebase-messaging-compat.js"
);

// Initialize the Firebase app in the service worker by passing in
// your app's Firebase config object.
// https://firebase.google.com/docs/web/setup#config-object
const firebaseConfig = {
  apiKey: 'AIzaSyDwOH9aZpF4A13smnFxGhuO-Wph8pSNc2Q',
  authDomain: 'my-awesome-tfm.firebaseio.com',
  projectId: 'my-awesome-tfm',
  storageBucket: 'my-awesome-tfm.firebaseio.storage.app',
  messagingSenderId: '1038083404427',
  appId: '1:1038083404427:web:d1384e06b6f42f528fda8e'
};

// Retrieve an instance of Firebase Messaging so that it can handle background
// messages.
const app = firebase.initializeApp(firebaseConfig);
const messaging = firebase.messaging();
```

11 <https://firebase.google.com/docs/cloud-messaging/js/receive?hl=es-419>

B. Desplegament amb AWS

El backend (l'aplicació de NestJS i el servidor de bases de dades) i el frontend (aplicació d'Angular) s'han desplegat amb AWS.

L'aplicació de NestJS s'ha desplegat a Amazon EC2 i la base de dades PostgreSQL a Amazon RDS.

- Adreça de l'API: <https://api.rbu.j.net>
- Adreça de la documentació de l'API: <https://api.rbu.j.net/api>

L'aplicació d'Angular s'ha desplegat amb AWS Amplify:

- Adreça de l'aplicació: <https://app.rbu.j.net>

En el frontend, el Service Worker de Firebase requereix HTTPS quan no es llança de forma local, com succeïa en l'entorn d'execució local utilitzat en el desenvolupament de l'aplicació. A part, la comunicació entre el frontend i el backend no pot ser mixta, és a dir ambdós extrems han d'utilitzar HTTPS quan es desplega l'aplicació. En el desenvolupament local no és obligatori utilitzar HTTPS.

La connexió a la base de dades de PostgreSQL d'Amazon RDS també utilitza SSL, per aquest motiu també s'habilita SSL en l'entorn d'execució local (commit [6a61d9e](#)).



Figura 53: Factura actual d'AWS

Els costos de la factura d'AWS durant l'ús dels serveis d'AWS és de 3,27 € (3,68 \$), aproximadament uns 22,57 €/mes (25,4 \$/mes), amb una previsió d'uns 54,81 €/mes (61,67 \$/mes). El tipus de canvi actual és 1 USD = 0.8887192 EUR.

Per a calcular la previsió mensual s'ha utilitzat la [calculadora d'AWS](#) per a la regió «Europe (Stockholm)».

Concepte	Preu USD
76,433 Hrs x Amazon Relational Database Service for PostgreSQL \$ 0.016 per RDS db.t4g.micro Single-AZ instance hour (or partial hour) running PostgreSQL	1,22
2,082 GB-Mo x Amazon Relational Database Service Provisioned Storage \$0.12 per GB-month of provisioned gp2 storage running PostgreSQL	0,25
75,976 Hrs x Amazon Elastic Compute Cloud running Linux/UNIX \$0.0108 per On Demand Linux t3.micro Instance Hour	0,82
0,101 vCPU-Hours x Amazon Elastic Compute Cloud T3CPUCredits \$0.05 per vCPU-Hour of T3 CPU Credits	0,01
EBS	0,07

\$0.00 for 87 Mbps per t3.micro instance-hour (or partial hour) x 75,976 Hrs	
\$0.0836 per GB-month of General Purpose (gp3) provisioned storage x 0,796 GB-Mo	
1 x Amazon Route 53 HostedZone	0,50
\$0.50 per Hosted Zone for the first 25 Hosted Zones	
2 Hrs x Elastic Load Balancing - Application	
\$0.02394 per Application LoadBalancer-hour (or partial hour)	0,05
Suma	2,92
Impostos	0,78
Total	3,70

Taula 37: Desglossament dels costos en la factura actual d'AWS

Amazon Web Services EMEA SARL cargos por servicio		Información	Expandir todo	⚙️
Total de servicios activos	Cargos totales por servicios antes de impuestos en USD			
10	3,69 USD			
<input type="text"/> Filtrar por nombre de servicio o región < 1 >				
Descripción	▼ Cantidad de uso		Importe en USD	▼
[+] Relational Database Service			1,47 USD	
[+] Elastic Compute Cloud			0,90 USD	
[+] Virtual Private Cloud			0,77 USD	
[+] Route 53			0,50 USD	
[+] Elastic Load Balancing			0,05 USD	
[+] CloudFront			0,00 USD	
[+] CloudWatch			0,00 USD	
[+] Data Transfer			0,00 USD	
[+] Key Management Service			0,00 USD	
[+] Simple Storage Service			0,00 USD	
Impuesto total			0,78 USD	

Figura 54: Desglossament dels costos de la factura

Concepte	Preu USD
730 Hrs x Amazon Relational Database Service for PostgreSQL \$ 0.016 per RDS db.t4g.micro Single-AZ instance hour (or partial hour) running PostgreSQL	11,68
2,082 GB-Mo x Amazon Relational Database Service Provisioned Storage \$0.12 per GB-month of provisioned gp2 storage running PostgreSQL	0,25
730 Hrs x Amazon Elastic Compute Cloud running Linux/UNIX \$0.0108 per On Demand Linux t3.micro Instance Hour	7,89
1 x Amazon Route 53 HostedZone \$0.50 per Hosted Zone for the first 25 Hosted Zones	0,50
Suma	20,32
Impostos (25%)	5,08
Total	25,40

Taula 38: Cost mensual aproximat

Concepte	Preu USD
Instància db.t4g.micro (2 vCPU i 1 GB de memòria) 1 instance(s) x 0.016 USD hourly x (100 / 100 Utilized/Month) x 730 hours in a month	11,68
20 GB d'espai de disc «General Purpose (gp2)» (espai mínim) 20 GB per month x 0.12 USD x 1 instances	2,40
RDS Proxy: No	0,00
CloudWatch Database Insights Pricing for RDS Provisioned Instances 1 instances x 2 vCPU x 730 hours in a month x 0.0125 USD	18,25
RDS Performance Insights: 7 days (free tier)	0,00
RDS Extended Support: No	0,00
Backup Storage: No	0,00
Snapshot Export: No	0,00
	32,33

Taula 39: Previsió cost mensual Amazon RDS per a PostgreSQL

El pressupost mensual inclou:

- Amazon RDS PostgreSQL instances cost (Monthly): 11.68 USD
- Storage pricing (Monthly): 2.40 USD
- Monthly Cost for RDS MySQL Database Insights (Monthly): 18.25 USD

Concepte	Preu USD
1 x instància t3.micro (2 vCPU, 1 GB de memòria, xarxa fins a 5 Gbit/s) 1 instances x 0.0086 USD On Demand hourly cost x 730 hours in a month	6,28
Amazon Elastic Block Store (EBS): No	0,00
Detailed monitoring: No	0,00
Data transfer: No	0,00
	6,28

Taula 40: Previsió cost mensual Amazon EC2

Concepte	Preu USD
1 x adreça IPv4 pública elàstica 1 instances x 0.005 USD x 730 hours in a month	2,15
	2,15

Taula 41: Previsió cost mensual Amazon Virtual Private Cloud

Concepte	Preu USD
1 HostedZone x Amazon Route 53 HostedZone \$0.50 per Hosted Zone for the first 25 Hosted Zones	0,50
	0,50

Taula 42: Previsió cost mensual Amazon Route 53

Per al càlcul del preu del frontend es té en compte l'exemple de sota, que té un cost aproximat d'uns 8,08 \$/mes.

L'equip d'una empresa emergent conformat per 5 desenvolupadors té una aplicació amb 300 usuaris actius per dia. L'equip confirma codi 2 cops per dia.
Càrrecs mensuals de creació i implementació

Suposicions: temps mitjà de creació = 3 min; quantitat de dies al mes = 20
Temps de creació total al mes = núm. de desarr. * núm. de confirmacions per dia * núm. de dies * temps mitjà de creació = $5 \times 2 \times 20 \times 3 = 600$ minuts de creació al mes
Càrrecs mensuals de creació i implementació = $600 \times 0,01 \text{ USD} = 6 \text{ USD}$
Càrrecs mensuals d'allotjament

Suposicions: mida de l'aplicació web = 25 MB, mida mitjana de la pàgina sol·licitada = 1,5 MB
GB d'ús per mes = usuaris actius per dia * mida mitjana de la pàgina * dies = $300 \times (1,5 / 1024) \times 30 = 13,18 \text{ GB}$

GB d'emmagatzematge per mes = mida de l'aplicació web * nombre de creacions mensuals = $(25/1024)*(5*2*20) = 4,88$ GB

Càrrecs mensuals d'allotjament = $13,18*0,15$ USD + $4,88*0,023$ USD = 1,97 USD + 0,11 USD = 2,08 USD

Càrrecs mensuals totals

Càrrecs totals = càrrecs de creació i implementació + càrrecs d'allotjament = 6 USD + 2,08 USD = 8,08 USD per mes

Concepte	Preu USD
Amazon RDS per a PostgreSQL	32,33
Amazon EC2	6,28
Amazon Virtual Private Cloud	2,15
Amazon Route 53	0,50
AWS Amplify	8,08
Suma	49,34
Impostos	12,33
Total	61,67

Taula 43: Previsió de costs

1. Base de dades (Amazon RDS)

Per a crear una base de dades, des de la consola d'AWS accedim a «Aurora and RDS» i cliquem al botó «Crear base de dades».

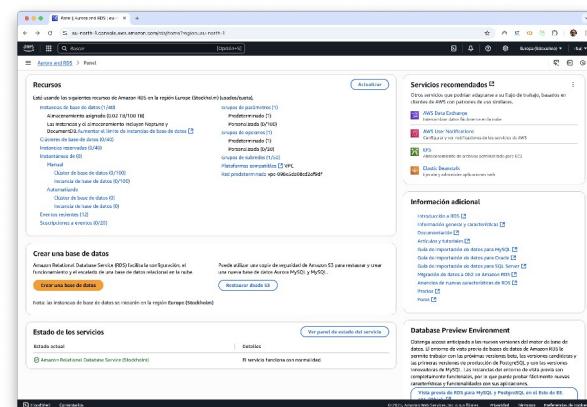


Figura 55: Tauler d'Aurora and RDS

Seleccionem PostgreSQL com a motor:

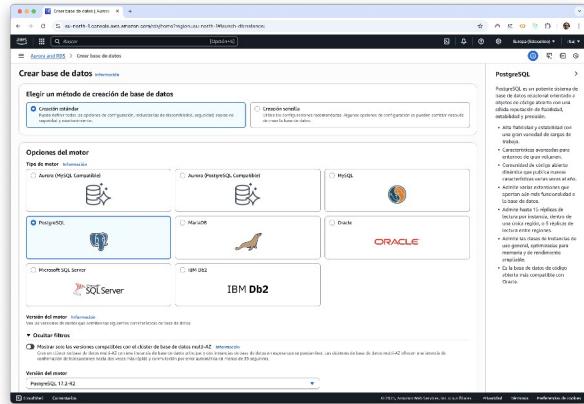


Figura 56: Selecció del motor de la base de dades

En les plantilles seleccionem la capa gratuïta:

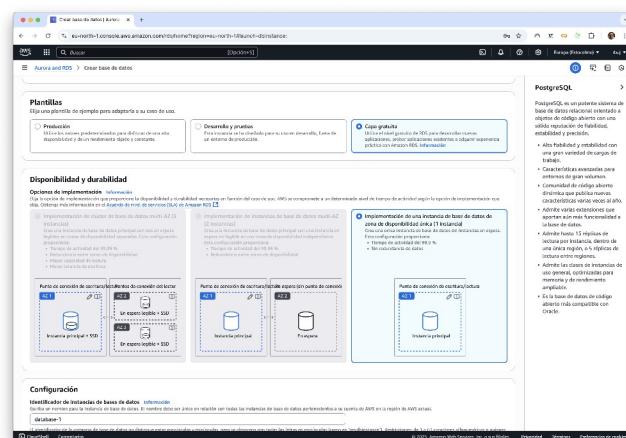


Figura 57: Selecció de la capa gratuïta per a la base de dades

Establim les credencials d'accés:

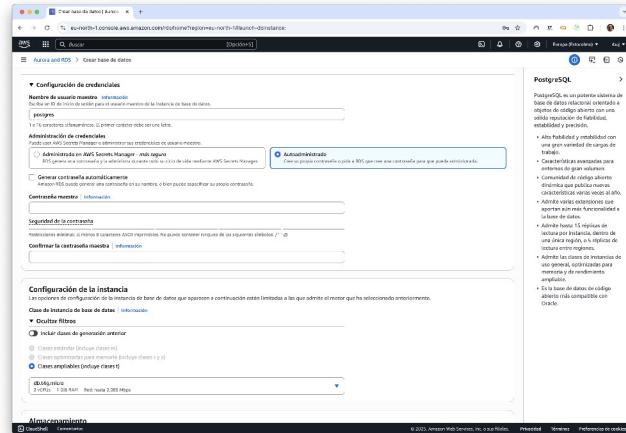


Figura 58: credencials d'accés a la base de dades

Permetem l'accés des de l'exterior (Acceso público):

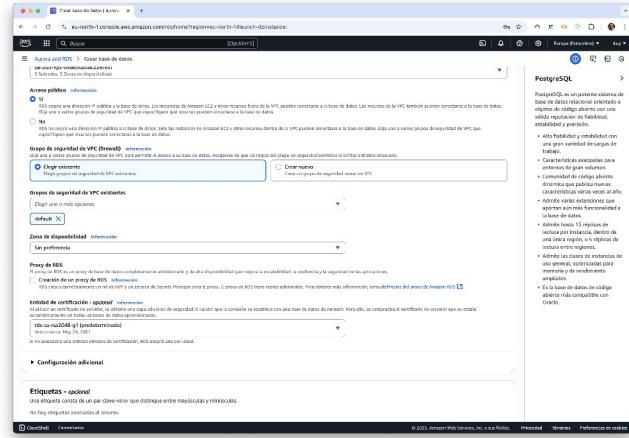


Figura 59: Permetre accés des de l'exterior

En l'apartat de configuració addicional establím el nom de la base de dades:

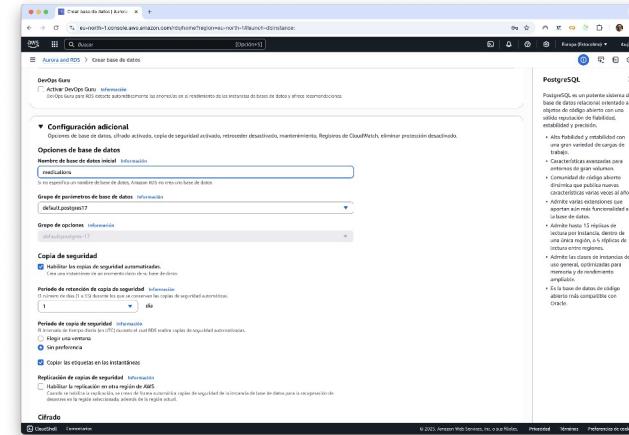


Figura 60: Nom de la base de dades

Finalment, cliquem el botó «Crear base de datos»

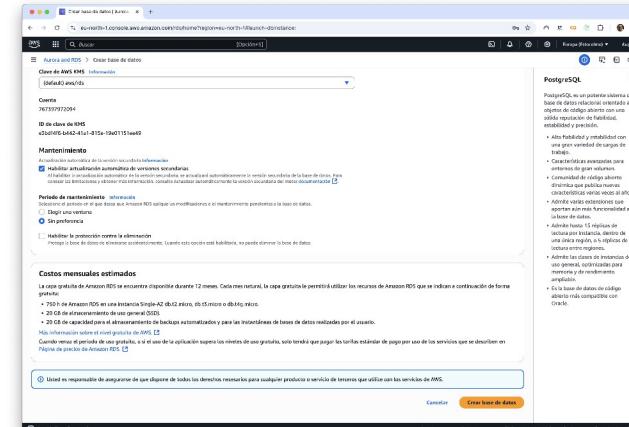


Figura 61: Botó «Crear base de datos»

2. Aplicació de NestJS (Amazon EC2)

Per a crear una instància d'EC2 nova, des de la consola d'AWS accedim a EC2 i cliquem al botó «Lanzar una instancia nueva».

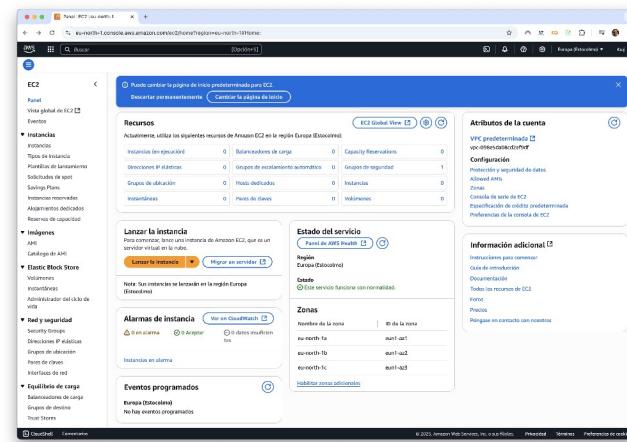


Figura 62: Amazon EC2

Establim el nom de la instància, seleccionem Ubuntu com a tipus d'instància, i generen el parell de claus per a permetre l'accés remot:

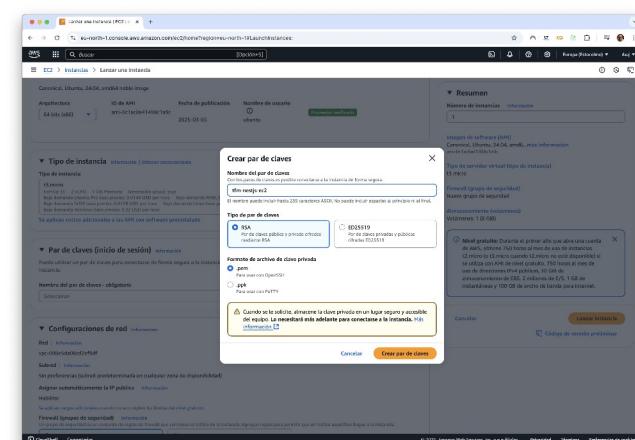


Figura 63: generar parell de claus - accés remot instància EC2

Pantalla després de crear la instància en clicar al botó «Lanzar instancia»:

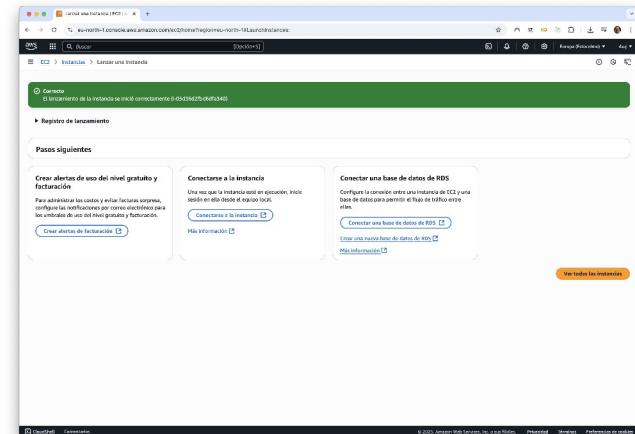


Figura 64: Després de llançar la instància

Cliquem a l'identificador de la instància a la llista d'instàncies per a realitzar alguns canvis:

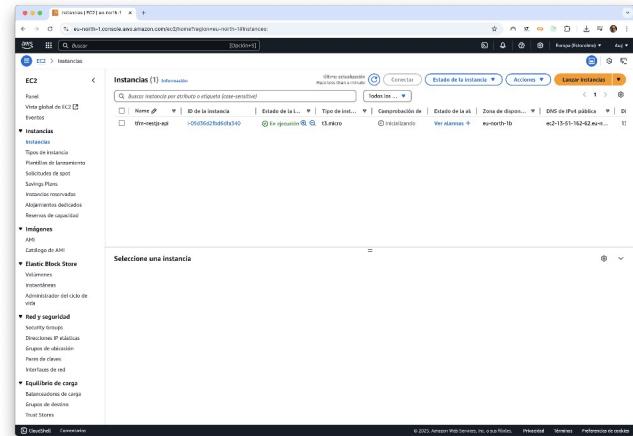


Figura 65: Llista d'instàncies Amazon EC2

Accedim a la pestanya de seguretat i cliquem a l'identificador del grup de seguretat:

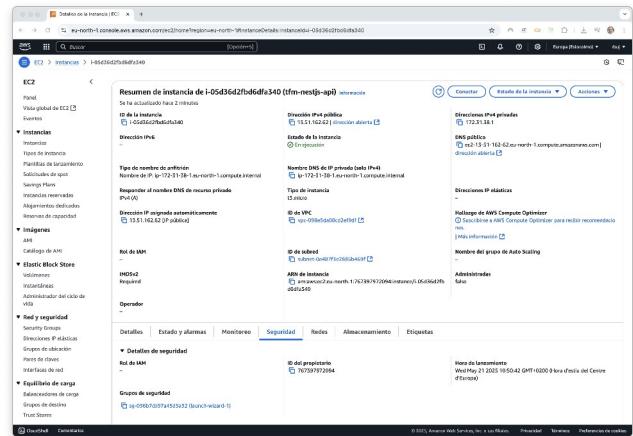


Figura 66: Apartat de seguretat, instància Amazon EC2

Cliquem a «Editar reglas de entrada» per a afegir una nova regla d'entrada.

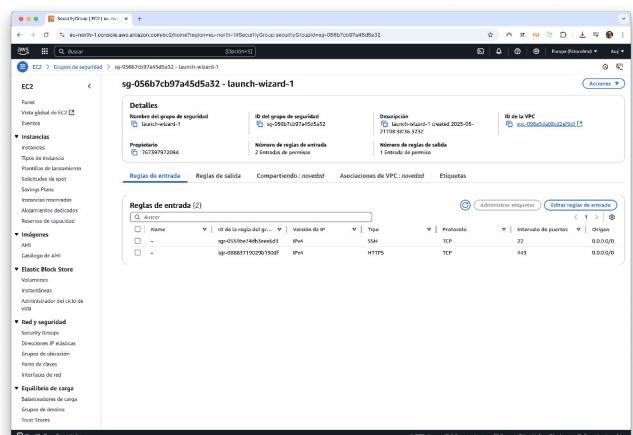


Figura 67: Grup de seguretat de la instància

Cliquem a «Aregar regla»

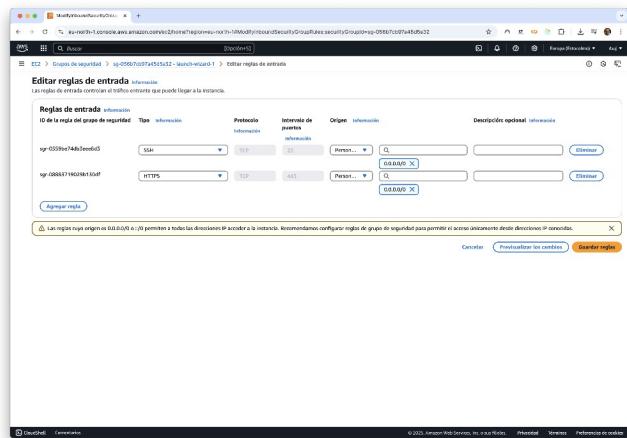


Figura 68: Edició de les regles de seguretat

Afegim els ports HTTP i HTTPS i permetem l'entrada des de qualsevol adreça IPv4:

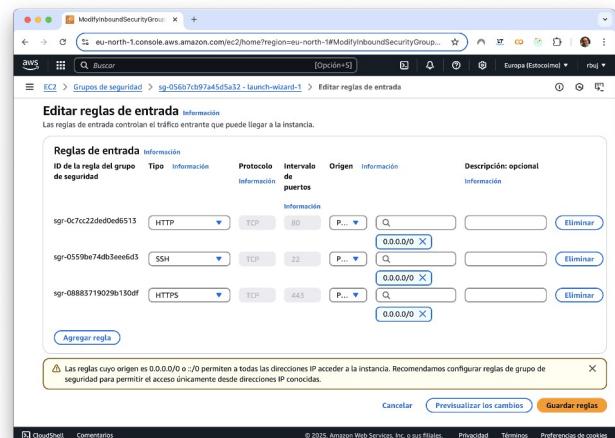


Figura 69: Habilitar els ports HTTP i HTTPS des de qualsevol origen

Després de clicar a «Guardar reglas»:

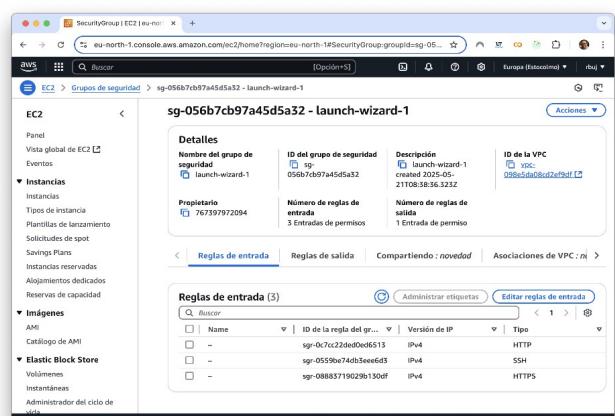


Figura 70: Regles d'entrada amb el port TCP 3000

Creem una adreça elàstica i la vinculem a la instància d'EC2. Després afegim un registre «A» al subdomini api.rbu.j.net amb l'adreça IP elàstica.

Copiem el fitxer de la clau privada a la carpeta `~/.ssh` i modifiquem els permisos:

```
cp tfm-nestjs-ec2.pem ~/.ssh/  
chmod 400 ~/.ssh/tfm-angular-api.pem
```

Afegim l'amfitrió tfm-api al fitxer `~/.ssh/config` per accedir al servidor fàcilment:

```
Host tfm-api  
  HostName api.rbu.j.net  
  User ubuntu  
  Port 22  
  IdentityFile ~/.ssh/tfm-nestjs-ec2.pem
```

A continuació des d'un terminal accedim a la instància amb ssh:

```
ssh tfm-api
```

Actualitzem els paquets i instal·lem nodejs:

```
sudo apt update  
sudo apt upgrade -y  
sudo apt-get install -y nodejs npm
```

Obtenim una còpia del dipòsit:

```
git clone https://github.com/rbu.j-UOC/medication-management-backend.git
```

Instal·lem les dependències per a construir l'aplicació de node:

```
cd medication-management-backend  
npm i  
npm run build
```

Creem el fitxer amb variables d'entorn:

```
sudo nano /etc/app.env
```

Amb el següent contingut:

```
DB_HOST="***"  
DB_PORT=5432  
DB_SSL="true"  
DB_USERNAME="***"  
DB_PASSWORD="***"  
DB_DATABASE="***"  
FIREBASE_PROJECT_ID="***"  
FIREBASE_PRIVATE_KEY="***"  
FIREBASE_CLIENT_EMAIL="***"
```

Canviem els permisos i el propietari del fitxer:

```
sudo chmod 600 /etc/app.env  
sudo chown ubuntu:ubuntu /etc/app.env
```

Creem el fitxer per executar l'aplicació amb systemd

```
sudo nano /etc/systemd/system/myapp.service
```

Amb el següent contingut:

```
[Unit]  
Description=Node.js App  
After=network.target multi-user.target  
  
[Service]  
User=ubuntu  
WorkingDirectory=/home/ubuntu/medication-management-backend  
ExecStart=/usr/bin/npm run start:prod  
Restart=always  
Environment=NODE_ENV=production  
EnvironmentFile=/etc/app.env  
StandardOutput=syslog  
StandardError=syslog  
SyslogIdentifier=myapp  
  
[Install]  
WantedBy=multi-user.target
```

Reiniciem systemd i carreguem el servei:

```
sudo systemctl daemon-reload  
sudo systemctl enable myapp.service
```

```
sudo systemctl start myapp.service
```

Comprovem l'estat:

```
sudo systemctl status myapp.service
```

Per veure els registres:

```
sudo journalctl -u myapp.service
```

Per a redirigir el tràfic del port 80 al 3000 instal·lem nginx i editem el fitxer de configuració:

```
sudo apt-get install nginx -y  
sudo nano /etc/nginx/sites-enabled/default
```

Amb el següent contingut:

```
server {  
    listen 80 default_server;  
    listen [::]:80 default_server;  
    server_name api.rbj.net;  
    location / {  
        proxy_pass http://0.0.0.0:3000;  
        include /etc/nginx/proxy_params;  
    }  
}
```

Reiniciem el servei:

```
sudo service nginx restart
```

Instal·lem certbot per a generar un certificat SSL:

```
sudo apt-get install certbot python3-certbot-nginx
```

Generem el certificat

```
sudo certbot --nginx
```

Seleccionem el domini:

```
Saving debug log to /var/log/letsencrypt/letsencrypt.log
```

Which names would you like to activate HTTPS for?

We recommend selecting either all domains, or all domains in a VirtualHost/server block.

```
-----  
1: api.rbu.j.net  
-----
```

Select the appropriate numbers separated by commas and/or spaces, or leave input blank to select all options shown (Enter 'c' to cancel): 1

Requesting a certificate for api.rbu.j.net

Successfully received certificate.

Certificate is saved at: /etc/letsencrypt/live/api.rbu.j.net/fullchain.pem

Key is saved at: /etc/letsencrypt/live/api.rbu.j.net/privkey.pem

This certificate expires on 2025-08-22.

These files will be updated when the certificate renews.

Certbot has set up a scheduled task to automatically renew this certificate in the background.

Deploying certificate

Successfully deployed certificate for api.rbu.j.net to /etc/nginx/sites-enabled/default

Congratulations! You have successfully enabled HTTPS on https://api.rbu.j.net

Establim la zona horària a «EuropeMadrid» perquè s'enviïn les notificacions:

```
$ sudo timedatectl
```

Local time: Sat 2025-05-24 18:21:14 UTC

Universal time: Sat 2025-05-24 18:21:14 UTC

RTC time: Sat 2025-05-24 18:21:14

Time zone: Etc/UTC (UTC, +0000)

System clock synchronized: yes

NTP service: active

RTC in local TZ: no

```
$ sudo timedatectl set-timezone "Europe/Madrid"
```

```
$ sudo timedatectl
```

Local time: Sat 2025-05-24 20:23:33 CEST

Universal time: Sat 2025-05-24 18:23:33 UTC

RTC time: Sat 2025-05-24 18:23:32

Time zone: Europe/Madrid (CEST, +0200)

System clock synchronized: yes

NTP service: active

RTC in local TZ: no

3. Aplicació d'Angular (AWS Amplify)

El fitxer del Sevice Worker és el mateix que en el desenvolupament local, en el fitxer .env només cal substituir la primera línia:

```
NG_APP_MEDICATION_API_URL="https://api.rbu.net/"
```

Primer creem una nova aplicació a AWS Amplify. Seleccionem GitHub i cliquem a «Siguiente»:

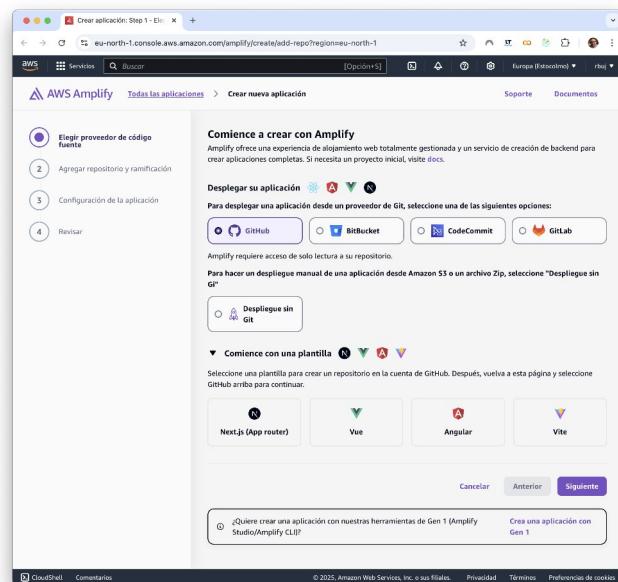


Figura 71: Pas 1 crear aplicació a AWS Amplify

Donem accés a AWS Netlify perquè accedeixi al dipòsit de GitHub:

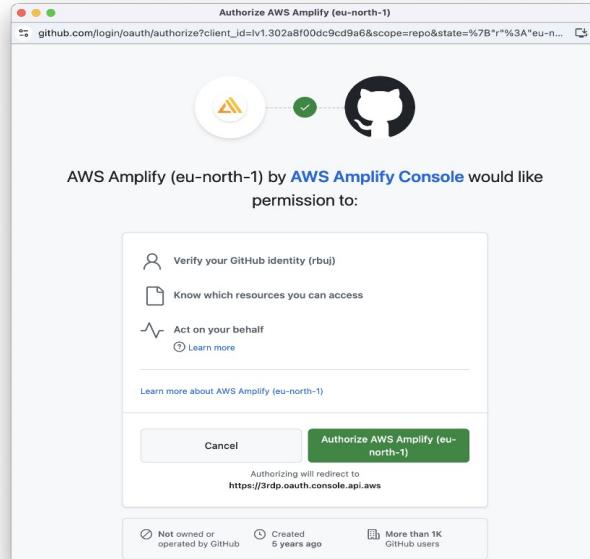


Figura 72: Donar accés al dipòsit de GitHub

Només donem accés als dipòsits seleccionats:

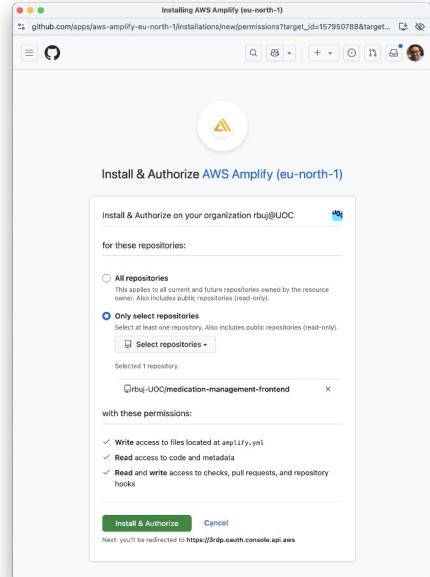


Figura 73: Donar accés només als dipòsits seleccionats de GitHub

Seleccionem el dipòsit i la branca que tenen el codi de l'aplicació:

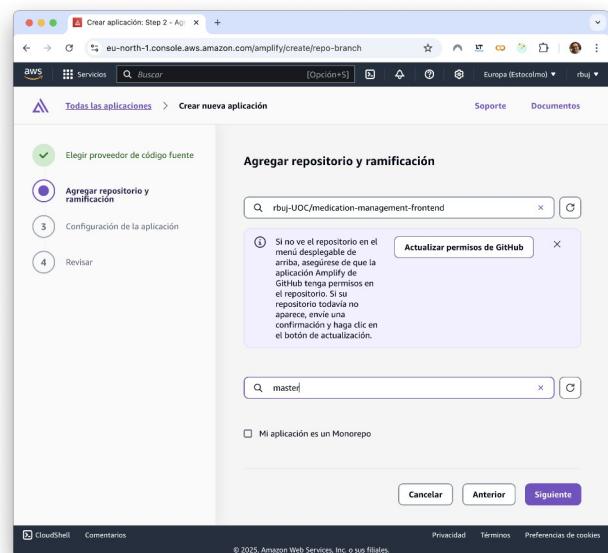


Figura 74: Pas 2, seleccionar branca i dipòsit

Establim les opcions de construcció i afegim les variables d'entorn:

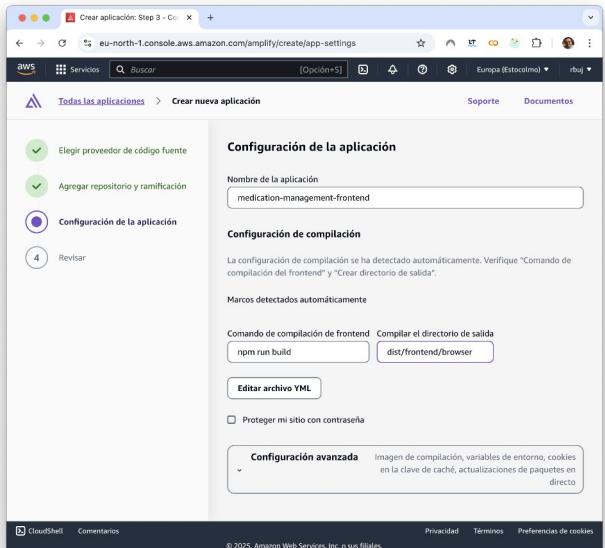


Figura 75: Pas 2, seleccionar branca i dipòsit

Establim les opcions de construcció i afegim les variables d'entorn:

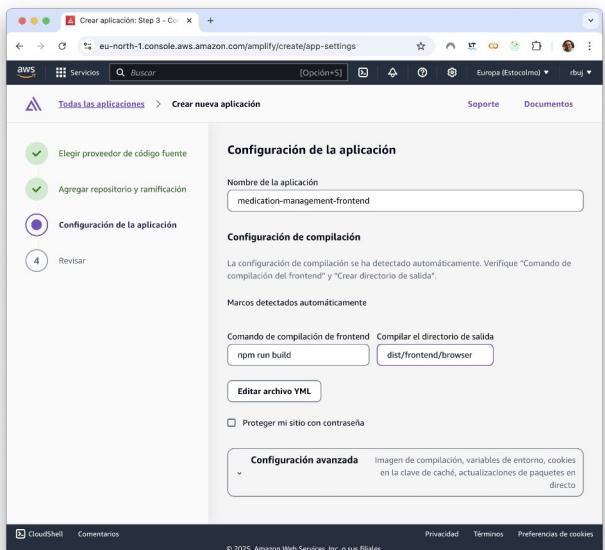


Figura 76: Opcions de construcció

En el següent pas es revisa la configuració i s'inicia la construcció. En el següent diàleg podem associar un domini de Route 53.

Cliquem a «Aregar dominio personalitzado»

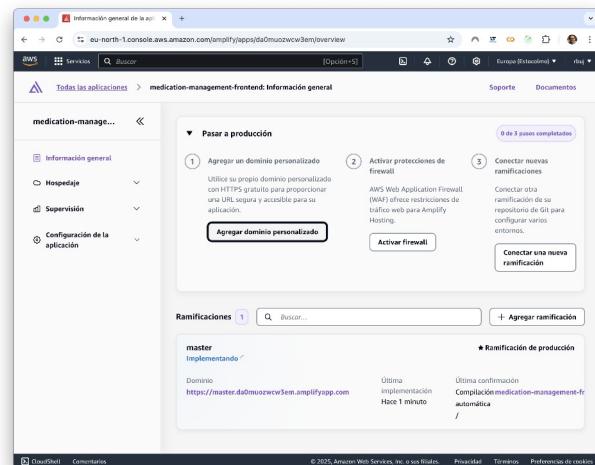


Figura 77: Opcions de construcció

Cliquem a «Aregar dominio»

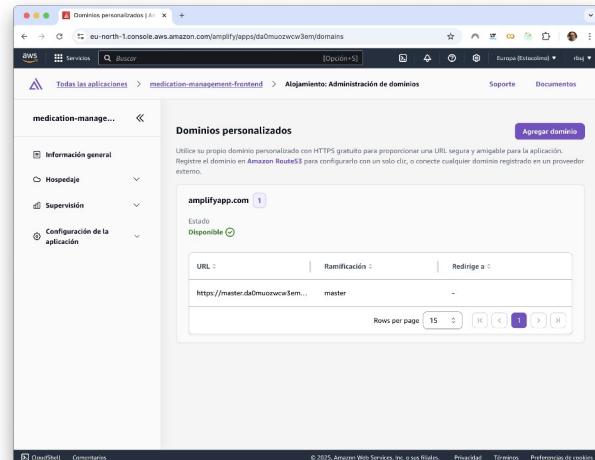


Figura 78: Opcions de construcció

Seleccionem el domini registrat prèviament a Route 53:

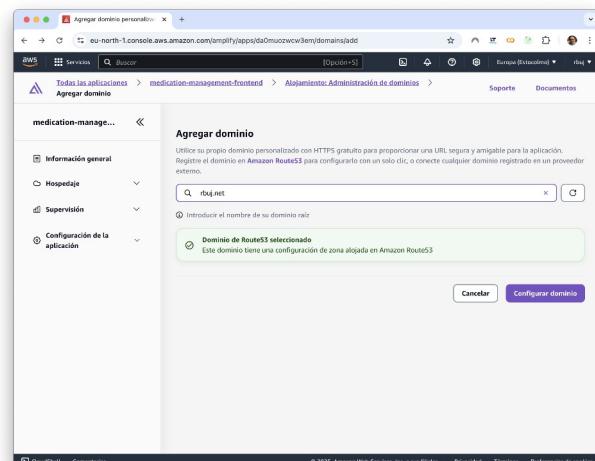


Figura 79: Opcions de construcció

Excloem l'arrel del domini i afegim el subdomini «app»:

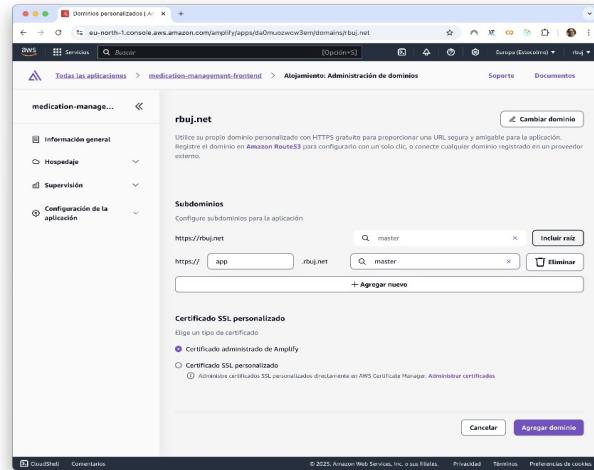


Figura 80: Afegir un domini personalitzat

En el següent diàleg es mostra l'estat del domini personalitzat.

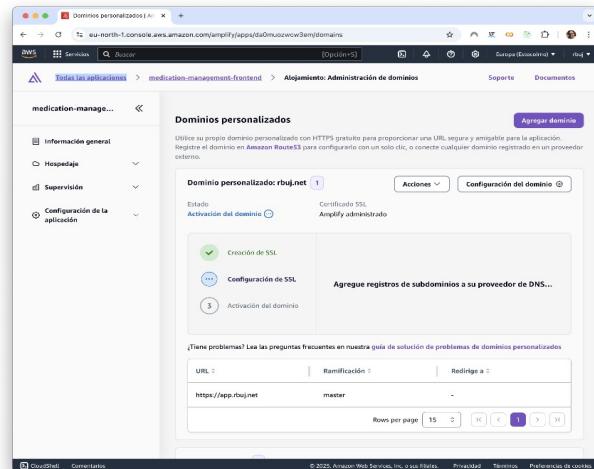


Figura 81: Domini personalitzat en construcció

4. Instal·lació de l'aplicació

Malauradament, de moment l'aplicació no es pot instal·lar en tots els dispositius mòbils, ja que en la versió actual d'iOS (18.5, <https://caniuse.com/push-api>) no es permet la recepció de notificacions amb FCM. L'aplicació es pot instal·lar en iOS sense problemes, però un cop s'obre l'aplicació no es pot obtenir el token del dispositiu.

No obstant això, l'aplicació es pot instal·lar i funciona correctament en macOS Sequoia 15.5 i en dispositius Android amb Google Chrome.

a. Instal·lació en Android

Per a instal·lar l'aplicació, en el navegador introduïm l'adreça <https://app.rbuji.net>, pressionem el botó dels tres punts i seleccionem «Afegeix a la pantalla d'inici».



Figura 82: Introduir l'adreça al navegador

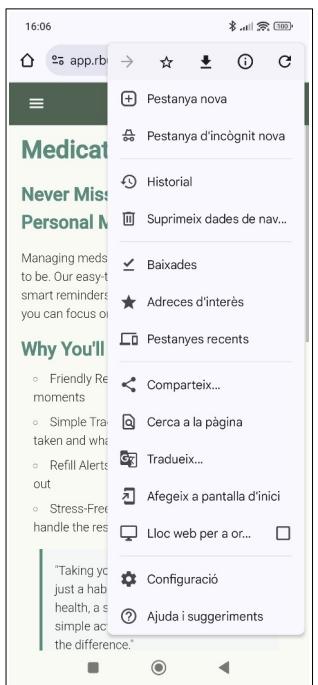


Figura 83: Pressionar el botó de tres punts i després a «Afegeix a la pantalla d'inici»

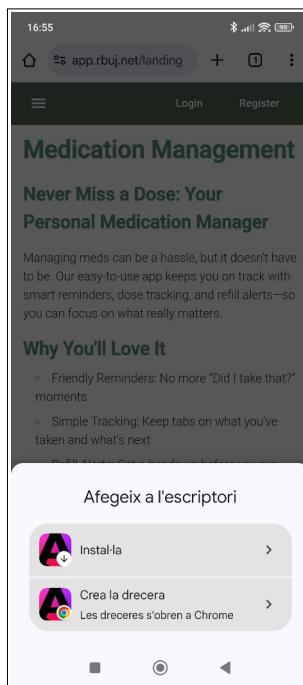


Figura 84: Pressionar «Instal·la»

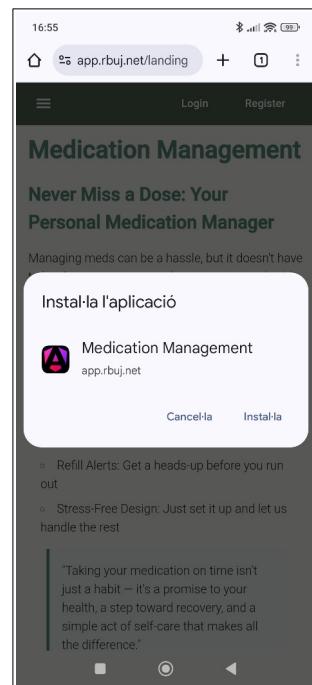


Figura 85: Pressionar «Instal·la»

Un cop oberta l'aplicació, s'han d'habilitar les notificacions. Les notificacions es mostraran dins de l'aplicació si aquesta està oberta, altrament com les altres notificacions.

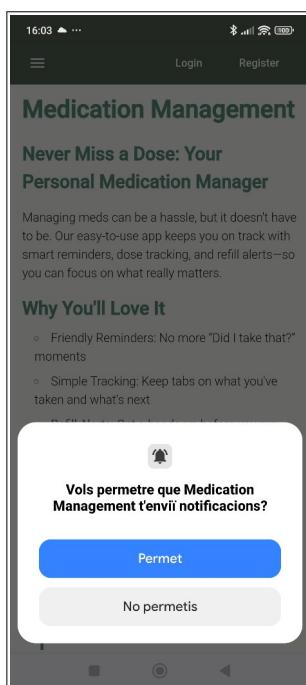


Figura 86: Permetre notificacions

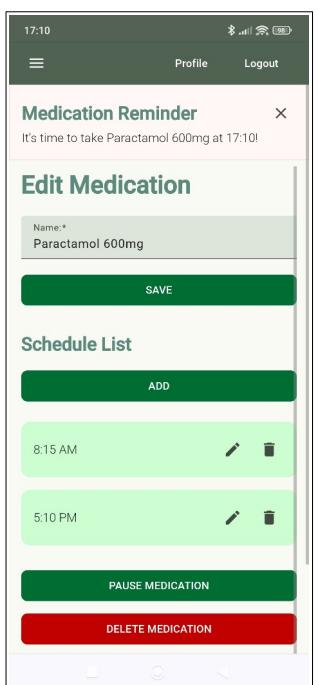


Figura 87: Notificacions amb l'aplicació oberta

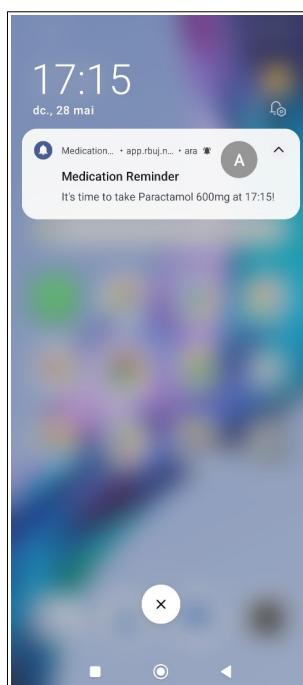


Figura 88: Notificació rebuda



Figura 89: Nombre de notificacions

b. Instal·lació en macOS amb Google Chrome

Similar a la instal·lació en Android, introduïm l'adreça <https://app.rbuji.net>, cliquem el botó d'instal·lar l'aplicació i seguim els passos per instal·lar-la:

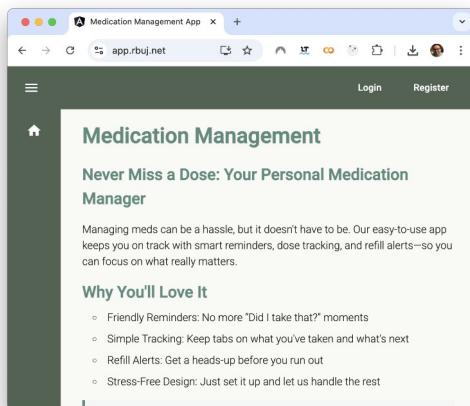


Figura 90: Introduir l'adreça al navegador

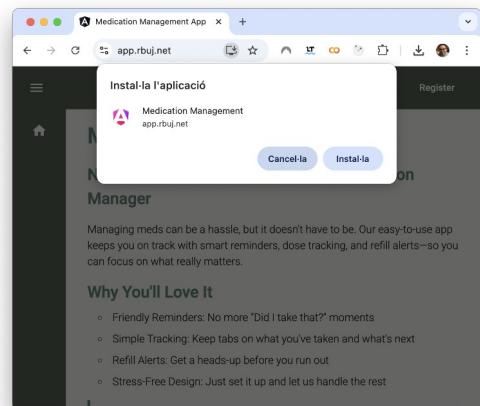


Figura 91: Clicar a «Instala»

Obrim l'aplicació i comprovem que les notificacions estiguin habilitades.

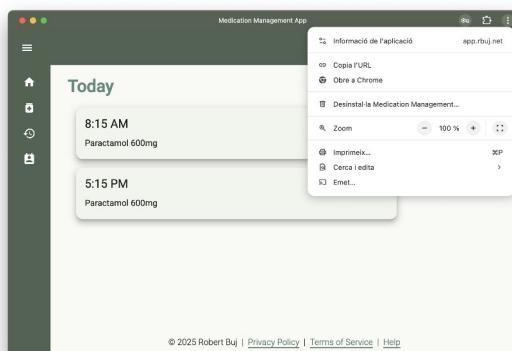


Figura 92: Clicar als tres punts

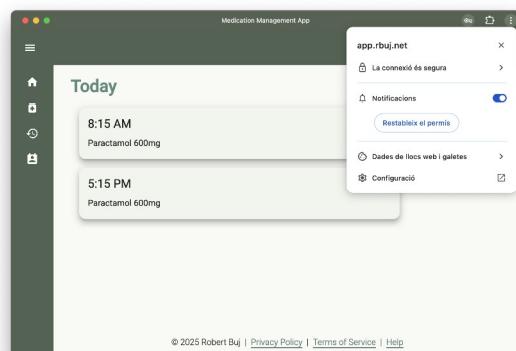


Figura 93: Informació de l'aplicació

Les notificacions es mostren dins de l'aplicació si està oberta, altrament com les altres notificacions.

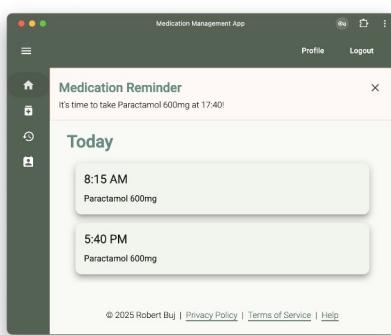


Figura 94: Notificacions amb l'aplicació oberta



Figura 95: Centre de notificacions en macOS

C. Firebase

1. Crear el projecte

Una vegada autenticats a la consola de Firebase, primer haurem de crear un projecte abans de crear l'aplicació web. En la primera pantalla establirem el nom del projecte i en la següent deshabilitarem l'apartat d'anàlisis amb Google Analytics.

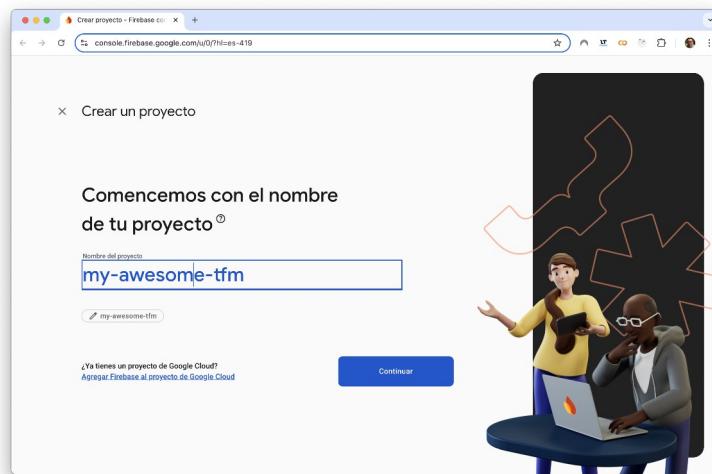


Figura 96: Nom del projecte Firebase

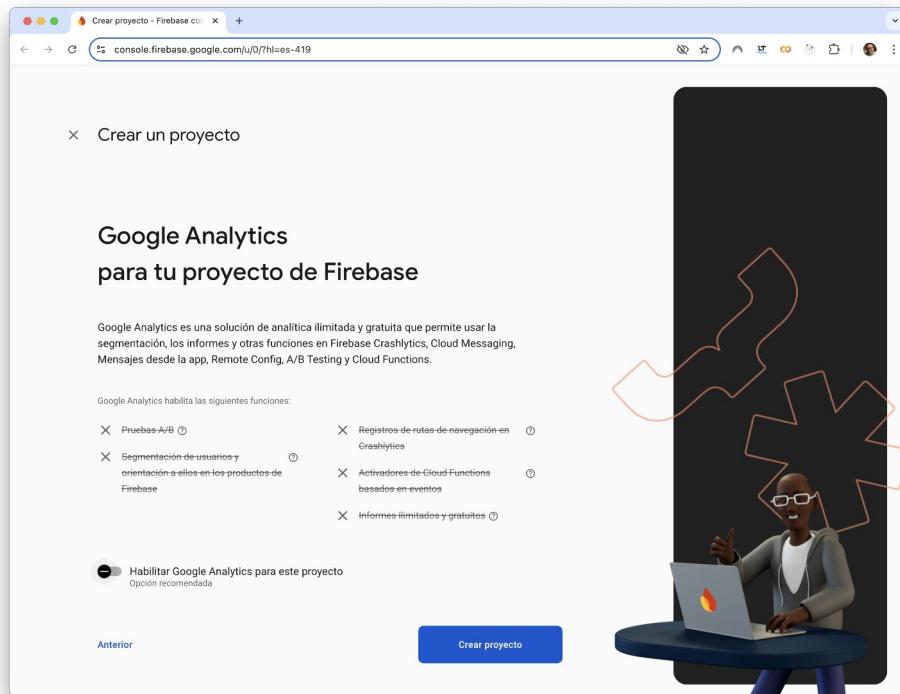


Figura 97: Deshabilitar Google Analytics

2. Crear l'aplicació web

Després de crear el projecte, «my-awesome-tfm» en l'exemple, crearem una aplicació web. Per a crear l'aplicació web s'ha de clicar al botó «</>», després s'ha d'introduir el nom de l'aplicació i en l'última pantalla obtindrem els valors per inicialitzar l'aplicació web.

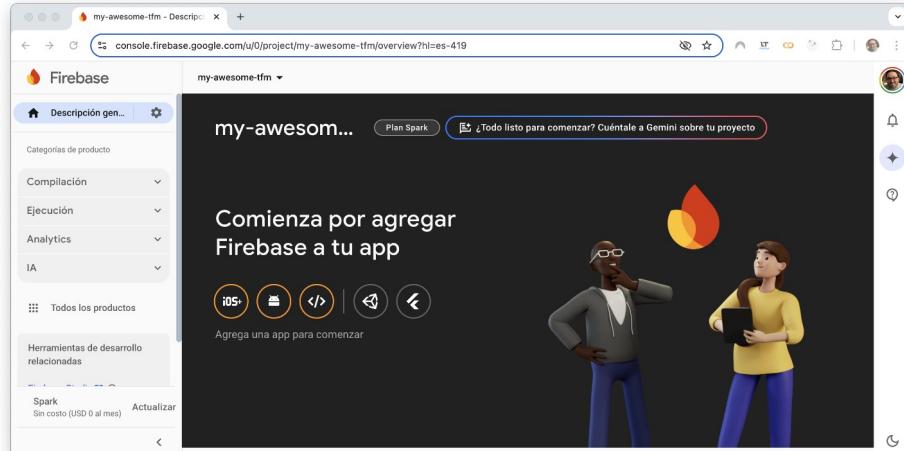


Figura 98: Finestra del projecte de Firebase

The left screenshot shows the 'Agregar Firebase a tu app web' (Add Firebase to your web app) step. It has a sub-step '1 Registrar app' (Register app) where the app name is 'Documentació TFM'. Below it, there's a note about configuring Firebase Hosting and a 'Registrar app' (Register app) button. At the bottom, there's a link 'Agrega el SDK de Firebase' (Add the Firebase SDK).

The right screenshot shows the 'Agrega el SDK de Firebase' (Add the Firebase SDK) step. It has a sub-step '2 Agrega el SDK de Firebase' (Add the Firebase SDK). It provides two options: 'Usar npm' (Use npm) and 'Usar una etiqueta <script>' (Use a <script> tag). It includes a command line for 'npm install firebase' and a note about using Webpack or Rollup. Below that, it shows sample code for initializing the Firebase configuration using npm, followed by a note about using JavaScipt modular and links to documentation.

Figura 100: Nom del projecte web

Figura 99: Propietat inicialització

3. Obtenir el parell de claus FCM (valor de VAPID)

Després de crear l'aplicació web, accedirem a les seves propietats i ens dirigirem a la pestanya «Cloud Messaging» per crear un parell de claus.

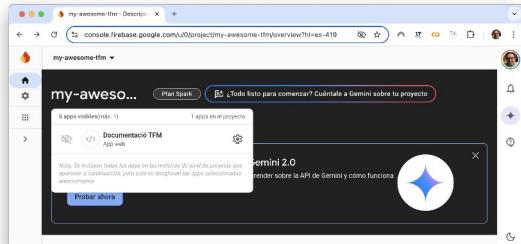


Figura 102: Accés a les propietats de l'aplicació

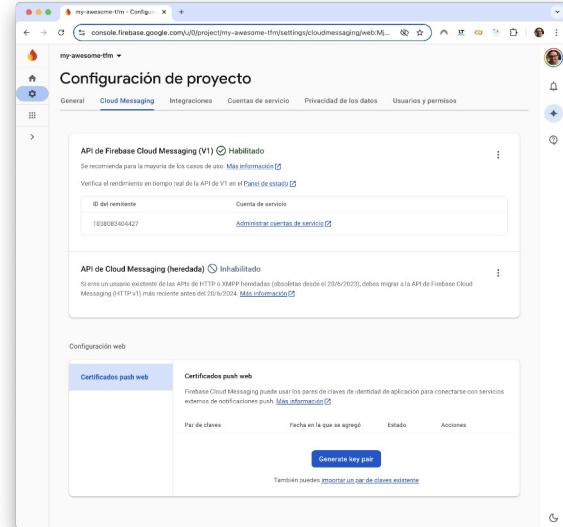


Figura 101: Pestanya «Cloud Messaging»

Després de generar el parell de claus obtindrem el valor de VAPID. En la columna «Acciones» clicarem al botó amb els tres punts, seleccionarem «Mostrar clave privada» i en la següent finestra clicarem al botó de copiar.

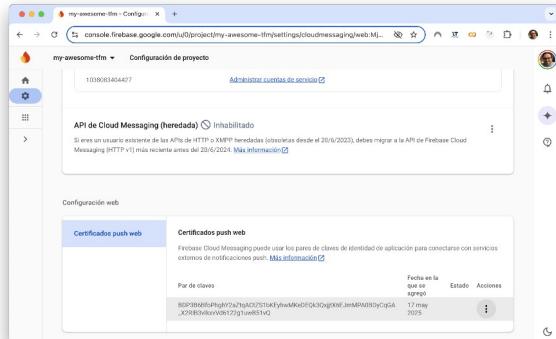


Figura 104: Accions

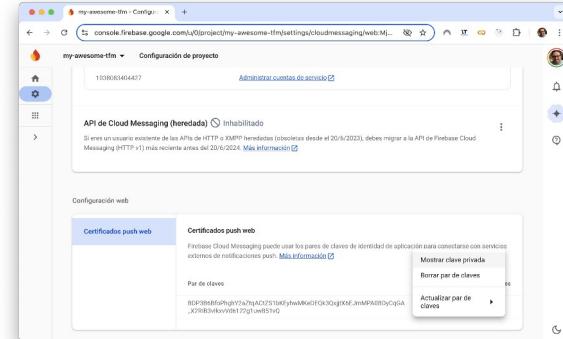


Figura 103: Acciones - Mostrar clave privada

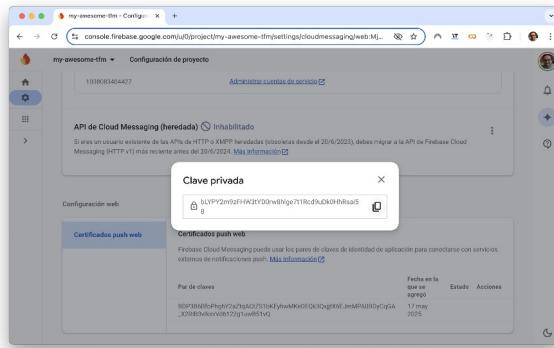


Figura 105: Copiar la clau privada (valor VAPID)

4. Obtenir les credencials del compte del servei

En la inicialització de l’aplicació de Firebase en el *backend*, cal proporcionar les credencials d’autenticació per a enviar web push. Les credencials d’autenticació s’obtenen en la pestanya «Cuentas del servicio» en les propietats del projecte.

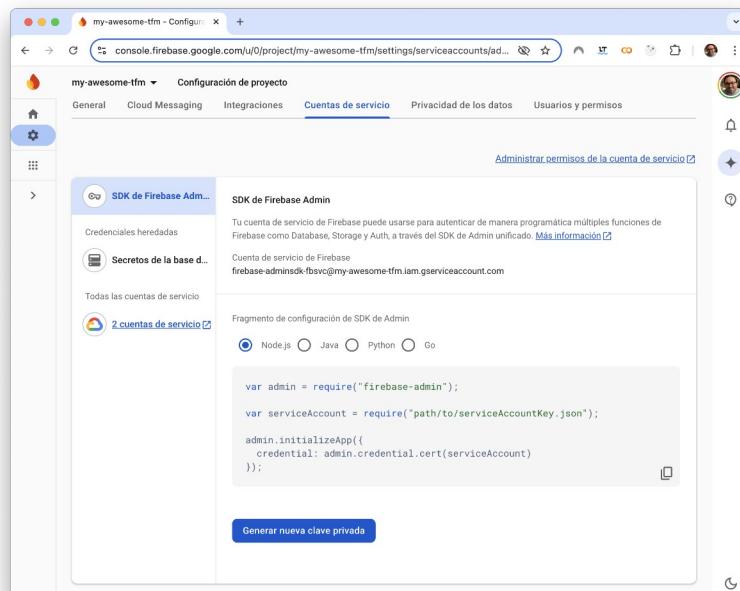


Figura 106: Credencials del compte de servei

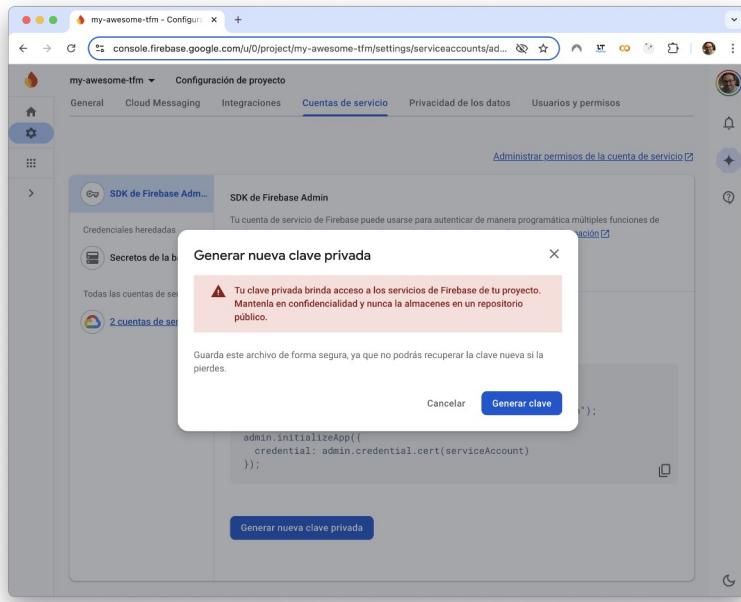


Figura 107: Avís generació de la clau privada del projecte

Després de generar la nova clau privada obtindrem un fitxer similar a aquest:

```
{
  "type": "service_account",
  "project_id": "my-awesome-tfm",
  "private_key_id": "ae41802fb031ca261ebce2cfde506eab48d56fcd",
  "private_key": "-----BEGIN PRIVATE KEY-----
MIIEvQIBADANBgkqhkiG9w0BAQEFAASCBKcwgSjAgEAAoIBAQDPy+pdKjACIbwz
GXkuDf/7dUz16pkVB2dS7RYSK4cDHfNvMM0Mwsni8E5BT1uNt/
FLUg241ARbLMNnH0pHId4k2v6eN9zB6wNfd62f+xuGCohL7nBrz4OfSEdBuL9cyiJ0Ts6da
OIlKZt\nTBObtwJlbcLO+Ht3tHYQQh35W7YIxFT2Ij9bkWoCFQxzwgBSLm79nzoyb2170uIQ
\nRfde8GQcdqFeAzKufCiLG+dFZ1pyixFRjQR5JZTFMQediMu1phNxWFCbgLOqQYA\no3I
UEWuBg60L7xyfB8tRlQq8mMJY0lkZYrvUEVB1bA4QoOAotQdWeN1e4ATFdItQ\nn95rsDpJr
AgMBAECggEAX3TTUr0AlNoedHLtQj7TstP0rv4Rnkkt2YZfcKapNOVd\nW7utCJuymhZ3S
tRnZev7W77zf5NowrhmgE6xdn/OZqybb59F4Ccvw0mWfvmBqU/
JnUOhV6JDJbDBt23kdH2kT7s4NCC6YRK36Dhd2on+toswZQ67OOS1DVzCoSFajBt8m\nK
HnxOjh73fZpY2GaQaQ0MJ9ID57yo+Y4FKkuQxCm6jMmi901y3XFQPpyQ7s5jcUB\nnqxQtx
WvknYWg7f94dzKvb8jmR2NT93VbPwGWZHJWZbeZumKFscu4WBITXOnnIRF\nnBMYW9I
UCJNkpOyYrFKhUVHGzbVEPsBLFuU5Vy/
iM8QKBgQDnNR9urznIBUVCGjuq\n3BGojujnLf+QxuQvuLNJrpwyhMvOJM6fOSU/
kqDKrmprYhf+j5MqsOph/
T8q8ipt\nYdLJh6iV5J25LpyfFgUlyTxerYW+cPKvYwA1utWDgK0vAkYzgdqLO0QKB9K8u6l
x\nvuEYakXGe1bvrKQLuSXUHd4DVQKBgQDmFCNm+df/Zp/NqvGdSV07Qrg/
rBZ00snl\nA6KA9Zscfz7LACrZ5NabOimwzPRIg3odi3Q6TZLfYbh4ARFNHp1HFHgo7fHC
WCf\n5gf/
4p1hOFQwgfyjpxasAxqrUwP4j0yl8t1pfuaxvaeem24M20z+paxL32YTB4yC\nAd84Ky2+vwKB
gHQd9+VM14YfL4NdTW4oDC5NZ6cDMQDzApL8/
```

```

f4ZVZUBoKGtVqAc\nwRpGd76TDhtULpzIWq7sHyqLV3goGyrIIGbaXM66/
IOOZ1Z2Zqtf4ZFO5BDhX6U\nB/z0Elty+odLaxpfMvUOFMO83hevYBAiP0ZVySk/
tI+2csT4fYkkXuXpAoGANp51\nQQ7yzfjI2wRH03UFIpVzxfFRPp9X1abj02/
AubaO0rQ4WVH5RXLq+Mb4tf8z4Cu\no7eZYhZsnNaXbO5mW8LbVR7lAGP5KWxJHfsK
C0q8dP+HHEGhWqkR1mBe3O3l5n\nXZH4ph1F24s+duLgxlsCKgjgrIfQPVTAbw8hDvUCgY
EAmzSBkQXtJ0sMGLleOHaT\vx8iSnGon2gPBHHDU02xfYsZMjSHhn/I6zUav47ccQJh9/
v8pnvJu/
un91b8XWwZ\naJS4wRBquqRFDqkE1pwuCpUxRDtbwkAnSGB5TcH5GTS31MbyBeMi6gWi
HGeuAdHM\nXxCre1A+GTkagcooSa/44o=\n----END PRIVATE KEY----\n",
"client_email": "firebase-adminsdk-fbsvc@my-awesome-tfm.iam.gserviceaccount.com",
"client_id": "100829325821570154900",
"auth_uri": "https://accounts.google.com/o/oauth2/auth",
"token_uri": "https://oauth2.googleapis.com/token",
"auth_provider_x509_cert_url": "https://www.googleapis.com/oauth2/v1/certs",
"client_x509_cert_url": "https://www.googleapis.com/robot/v1/metadata/x509.firebaseio-
adminsdk-fbsvc%40my-awesome-tfm.iam.gserviceaccount.com",
"universe_domain": "googleapis.com"
}

```

On els valors project_id, private_key i client_email corresponen a les variables d'entorn FIREBASE_PROJECT_ID, FIREBASE_PRIVATE_KEY i FIREBASE_CLIENT_EMAIL.

5. Enviar un missatge des de la consola de Firebase

Des de la consola de Firebase podem enviar un missatge de prova al frontend. Un cop s'ha autenticat un usuari, el frontend pot mostrar les notificacions rebudes. Primer el client ha d'acceptar que es mostrin notificacions, en cas que no s'hagin activat sol·licitarà a l'usuari que les activi. Podem consultar si han estat activades si cliquem a la icona que hi ha abans de l'URL:

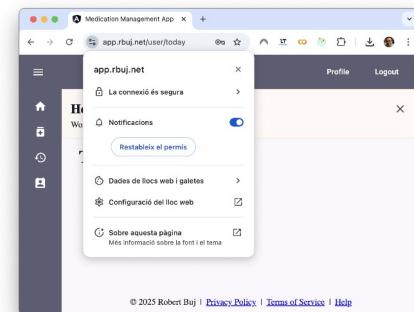


Figura 108: Consultar l'estat de les notificacions

Per a enviar un missatge de prova a un dispositiu, obrim la consola de Firebase, seleccionem l'aplicació i cliquem a l'apartat «Messaging». Després cliquem al botó «Crear la primera campanya»:

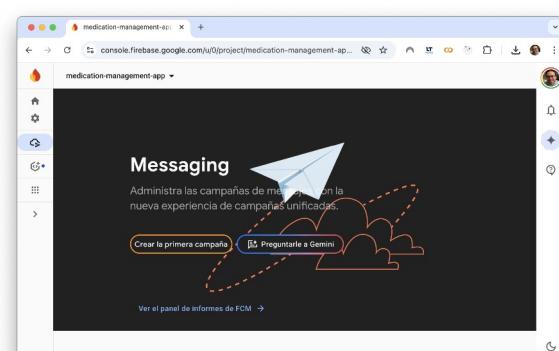


Figura 109: Apartat Messaging de la consola de Firebase

Seleccionem l'opció «Mensajes de Firebase Notifications» i cliquem el botó «Crear»

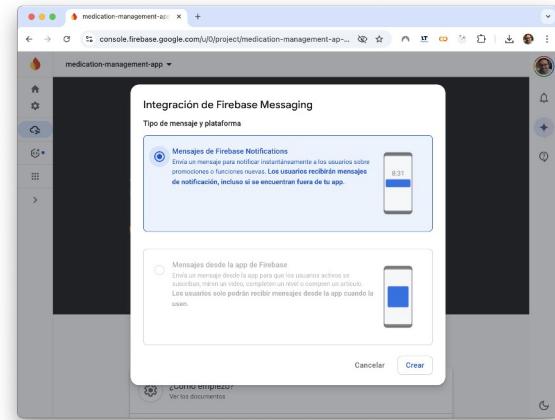


Figura 110: Integració de Firebase Messaging

Introduïm el títol i el contingut de la notificació i cliquem al botó «Enviar mensaje de prueba»

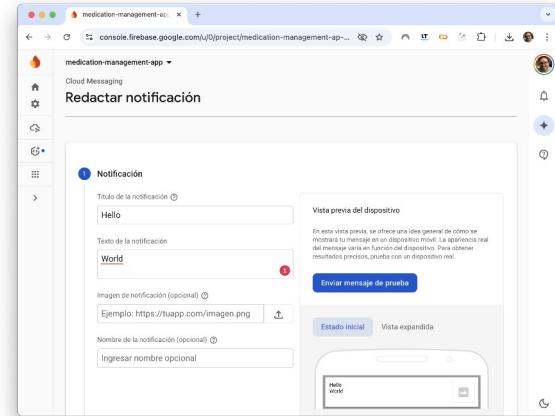


Figura 111: Redacció de la notificació

Afegim el token del dispositiu:

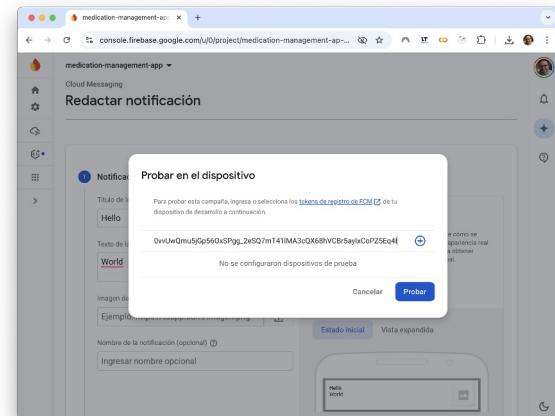


Figura 112: Afegir el toquen del dispositiu

Després d'afegir el token dispositiu cliquem al botó «Probar»:

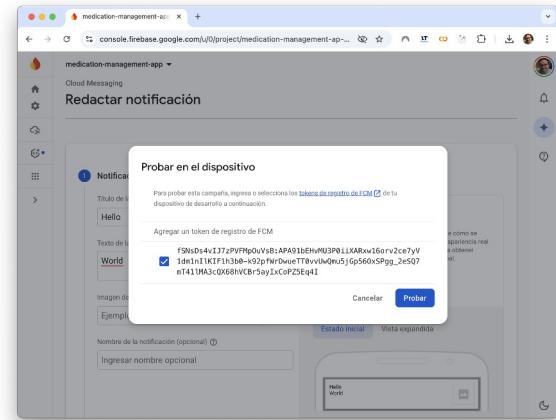


Figura 113: Token introduït

El token del dispositiu es pot obtenir amb Redux DevTools:

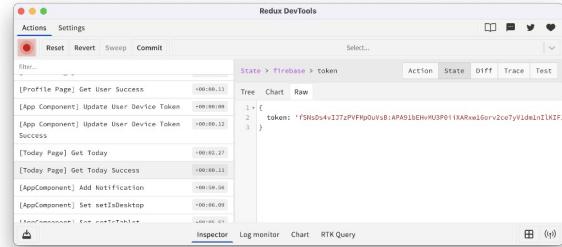


Figura 114: Redux DevTools amb el token del dispositiu

Després d'enviar el missatge es mostrerà al frontend:

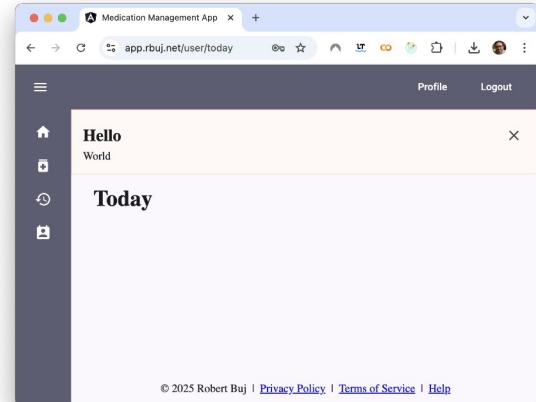


Figura 115: Missatge rebut al frontend

D. Obtenció i ús del token d'autenticació amb Postman

Abans de recuperar el toquen i emmagatzemar-lo en una variable d'entorn, cal crear un entorn i afegir la variable d'entorn. Per a crear un entorn, obrim Postman i seleccionem «Enviroments» en el plafó lateral i cliquem al botó «+».

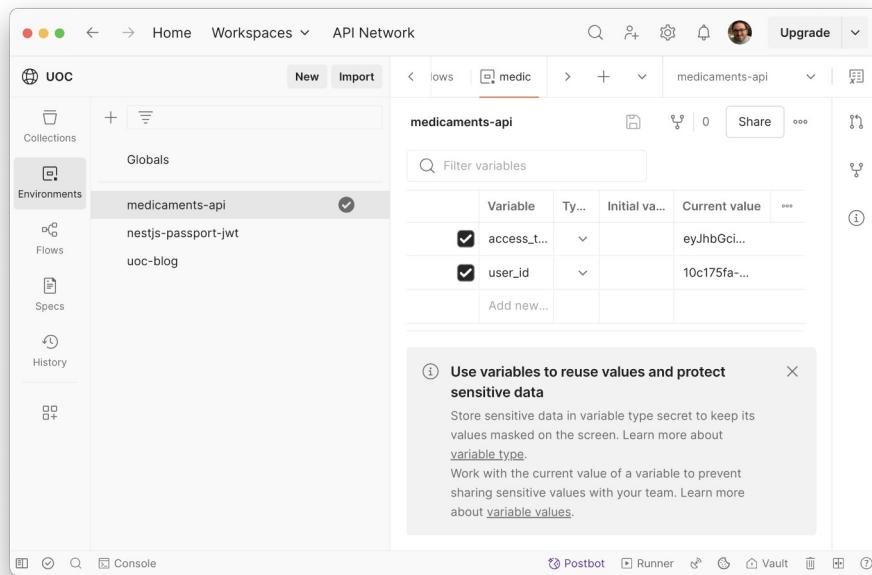


Figura 116: Entorn de Postman

Si no apareix l'element «Enviroments» al plafó lateral, es pot crear un entorn nou des del menú: «File» → «New» i clicar a «Environment»:

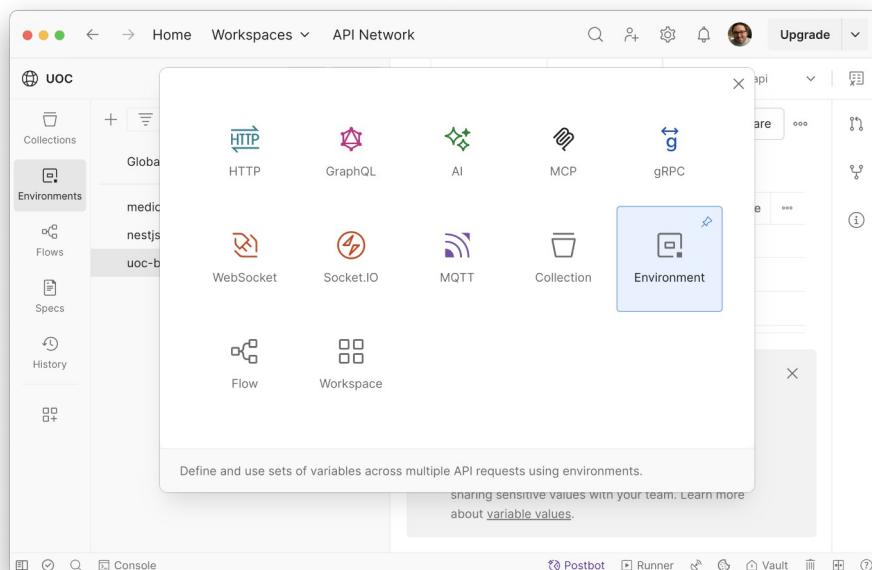


Figura 117: Nou entorn des del menú

Establism el nom de l'entorn, canviant el nom «New environment» amb el nom de l'entorn desitjat, per exemple «Proves API Medicaments». En la taula afegim una nova variable anomenada «access_token» de tipus «default».

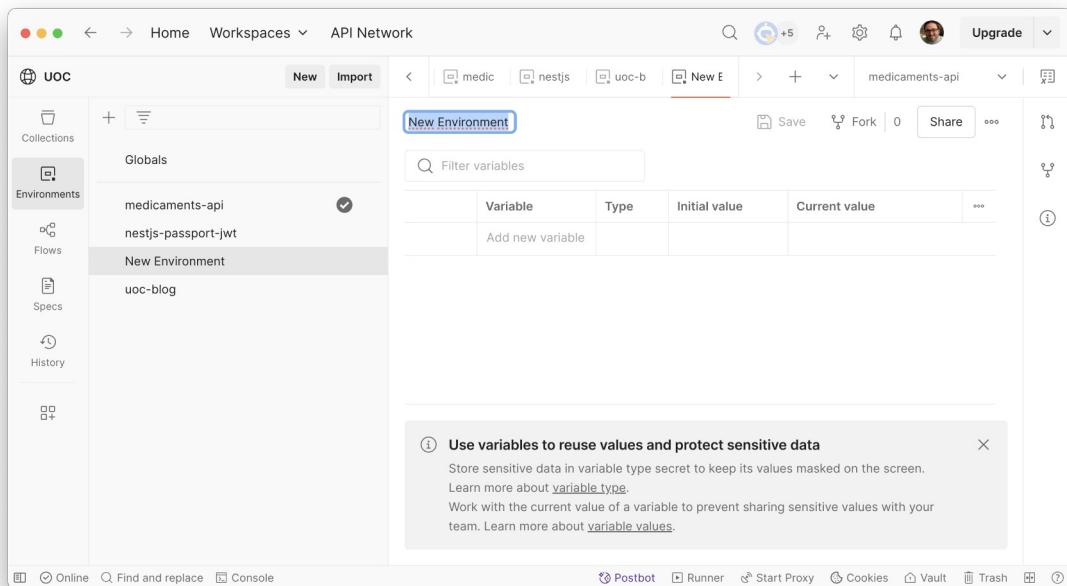


Figura 118: Nou entorn en blanc

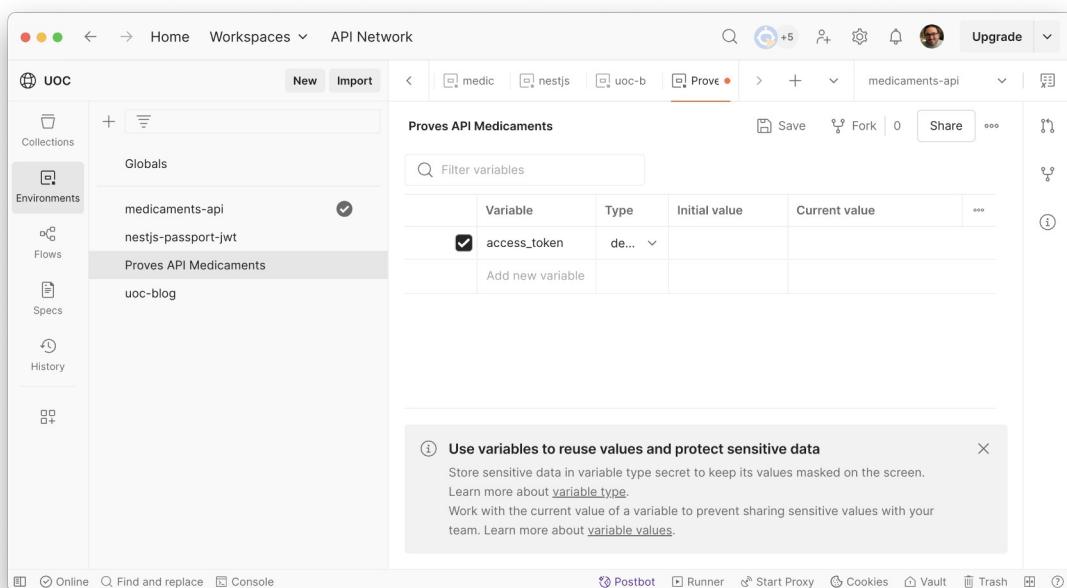


Figura 119: Nou entorn amb la variable «access_token»

En la col·lecció afegirem una nova petició per autenticar un usuari i desar el toquen a la variable d'entorn «access_token».

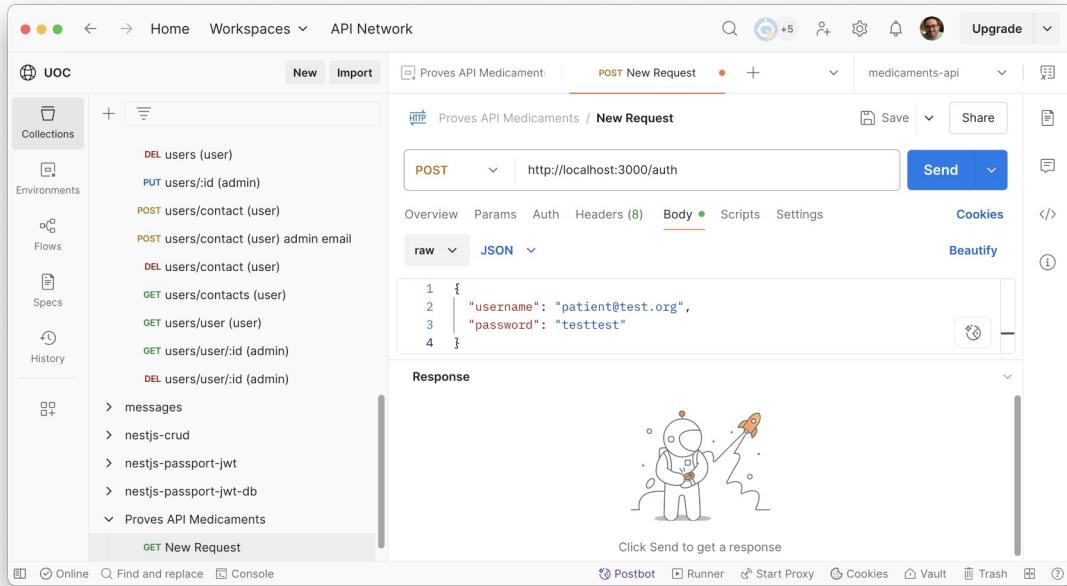


Figura 120: Petició per autenticar un usuari

Activarem l'entorn «Proves API medicaments» en la cantonada superior dreta:

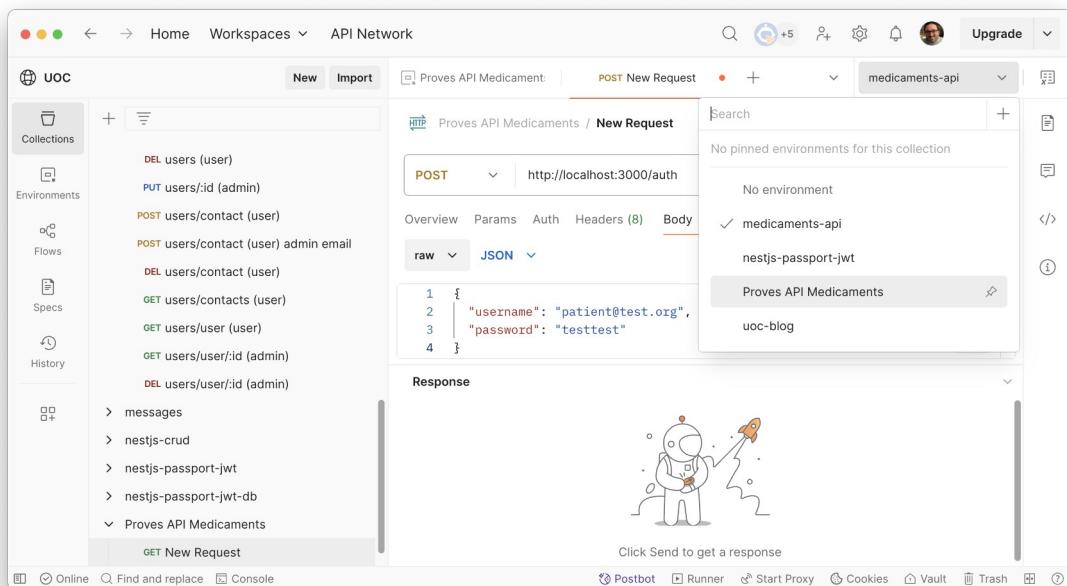


Figura 121: Selecció de l'entorn a Postman

En la pestanya scripts afegirem aquest codi per emmagatzemar el toquen que retorna l'API a la variable d'entorn «access_token»:

```
var jsonData = pm.response.json();
pm.environment.set('access_token', jsonData.access_token);
```

Figura 122: Emmagatzemar el toquen a la variable d'entorn

Enviem la petició a l'API i consultem l'estat de les variables amb el botó de la cantonada superior dreta «Variables in this request»:

Figura 123: variable d'entorn «access_token» després que s'autentiqui un usuari

Crearem una nova petició per a incrustar la variable d'entorn a la capçalera de la petició. Per exemple amb la petició «GET auth». Primer seleccionarem el tipus de petició «GET» i URI de l'API «<http://localhost:3000/auth>». En la pestanya «Auth» seleccionarem «Bearer Token» i al quadre de text «Token» afegirem la variable d'entorn `{access_token}`.

The screenshot shows the Postman interface with the following details:

- Left Sidebar:** Shows collections like "medicaments-api" containing various API endpoints such as POST auth (not logged in) user, POST auth (not logged in) admin, and GET auth (logged in).
- Request Details:**
 - Method: GET
 - URL: <http://localhost:3000/auth>
 - Auth Type: Bearer Token
 - Token: `{access_token}`
- Response Preview:** An illustration of an astronaut launching a rocket.
- Bottom Bar:** Includes buttons for Postbot, Runner, Start Proxy, Cookies, Vault, and Trash.

Figura 124: Incrustar el toquen obtingut a la capçalera de la petició

The screenshot shows the Postman interface after sending the request, with the following details:

- Request Details:** Same as in Figura 124.
- Response Body:**
 - Status: 200 OK
 - Content Type: JSON
 - Preview: A JSON object with fields: "user_id": "10c175fa-b38c-4580-9a99-627e2c37f1d6", "user_role": "user", "user_alias": "Chema".
- Bottom Bar:** Includes buttons for Postbot, Runner, Start Proxy, Cookies, Vault, and Trash.

Figura 125: Resultat de la crida a l'API «GET auth»

E. Prototip de baixa resolució per a ordinadors

1. Sense autenticar

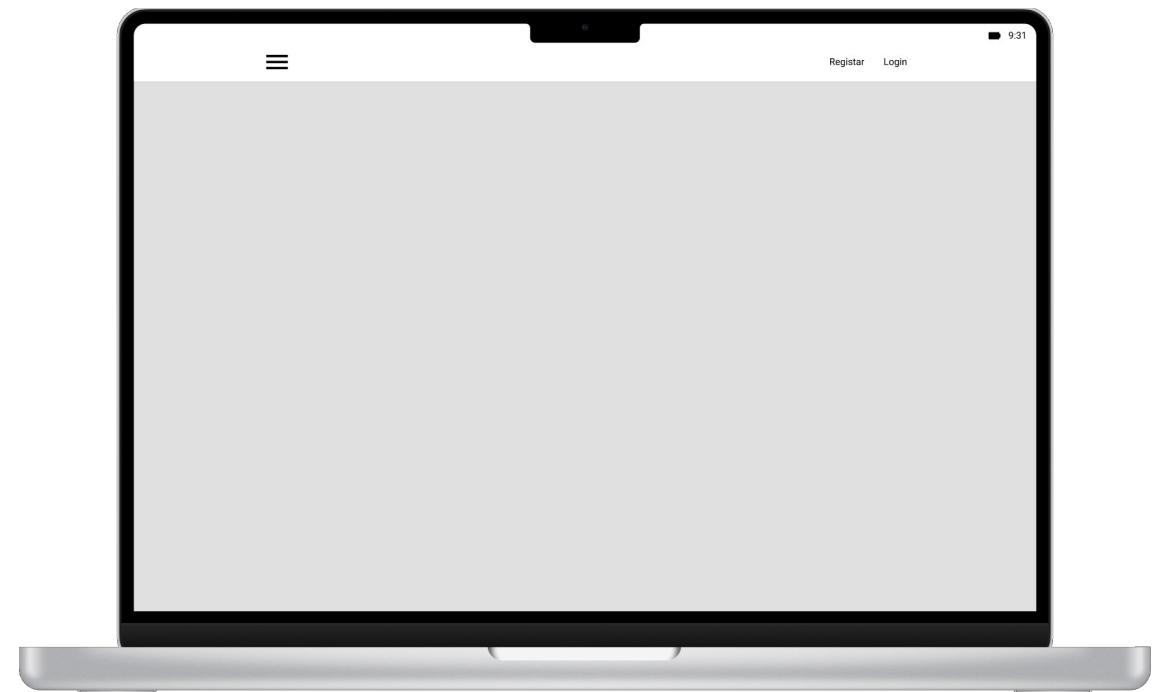


Figura 126: Landing page

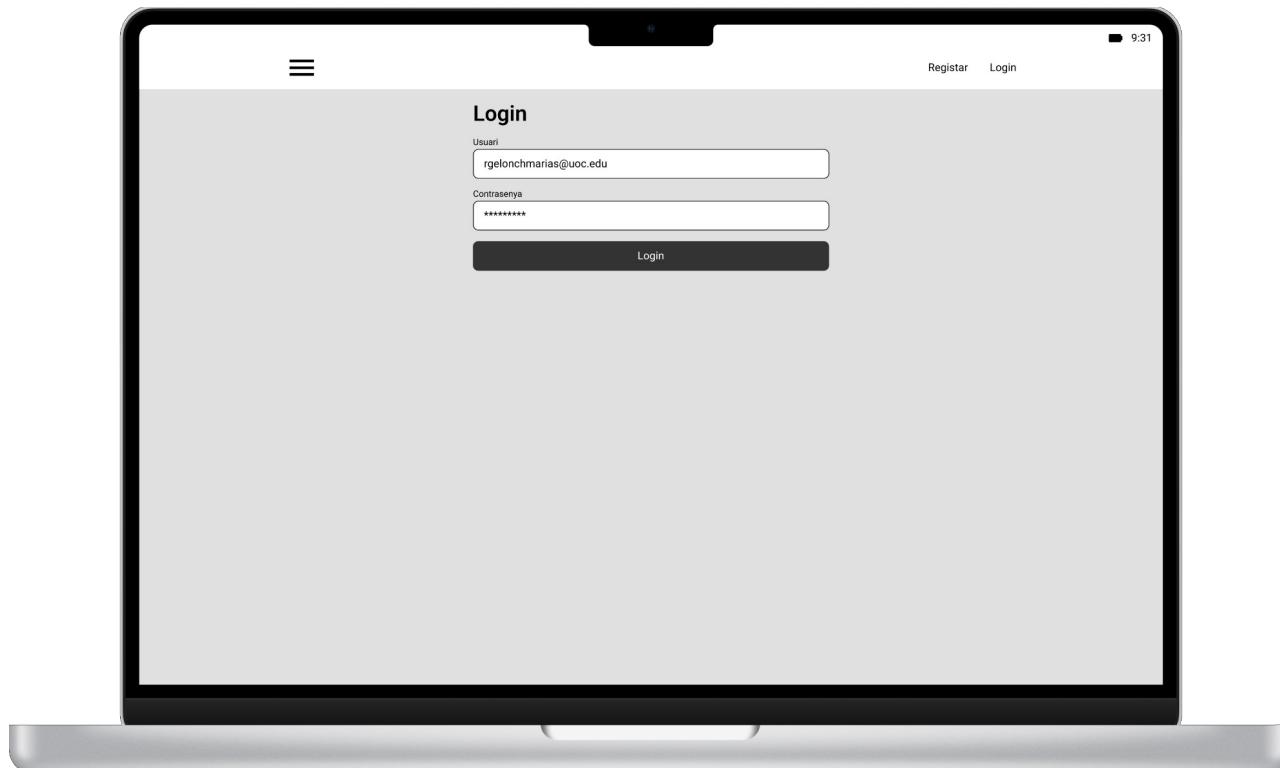


Figura 127: Pàgina «Login»

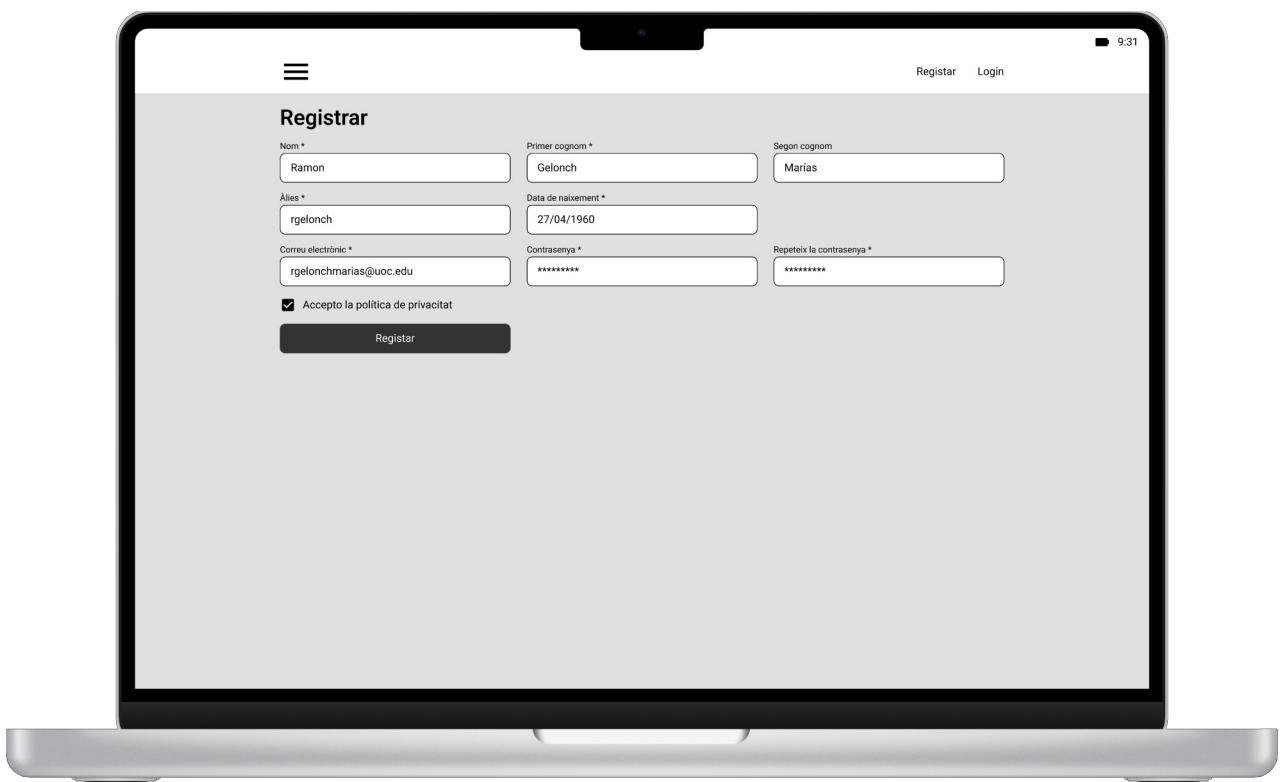


Figura 128: Pàgina «Registrar»

2. Autenticat com a pacient

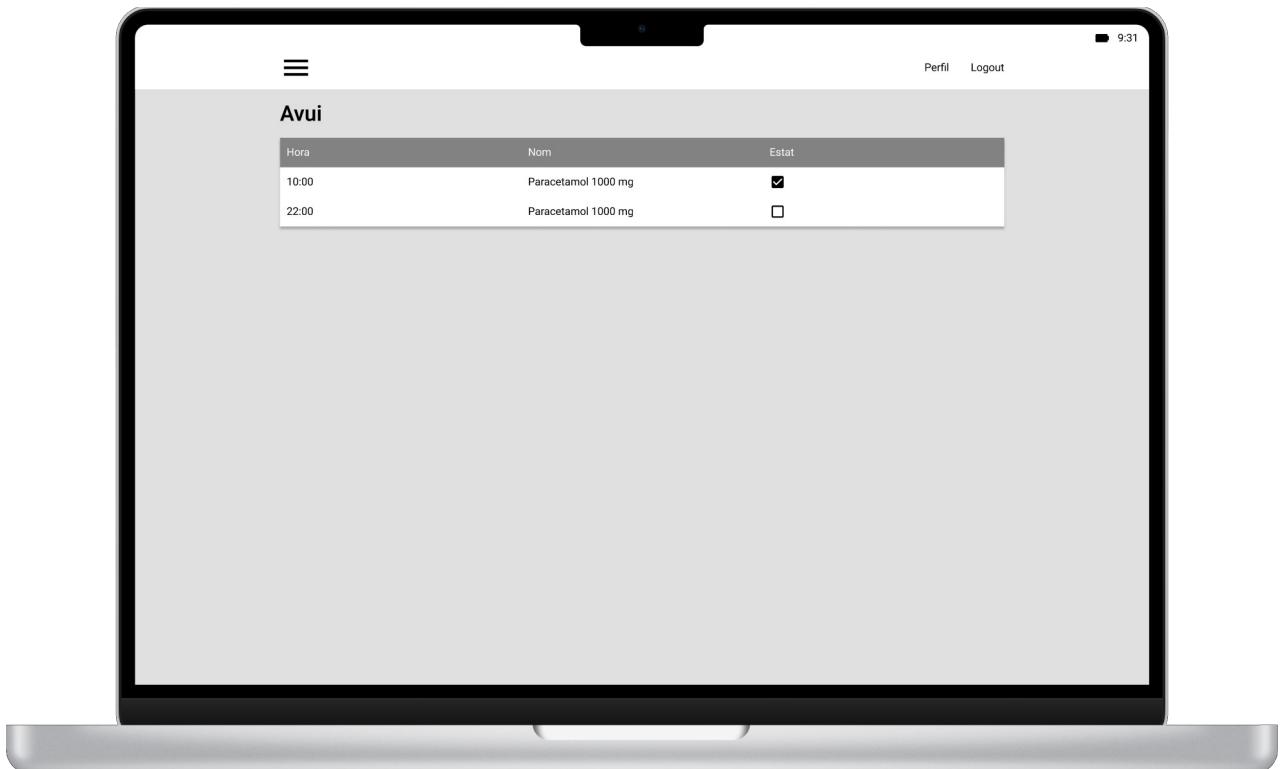


Figura 129: Pàgina «Avui»

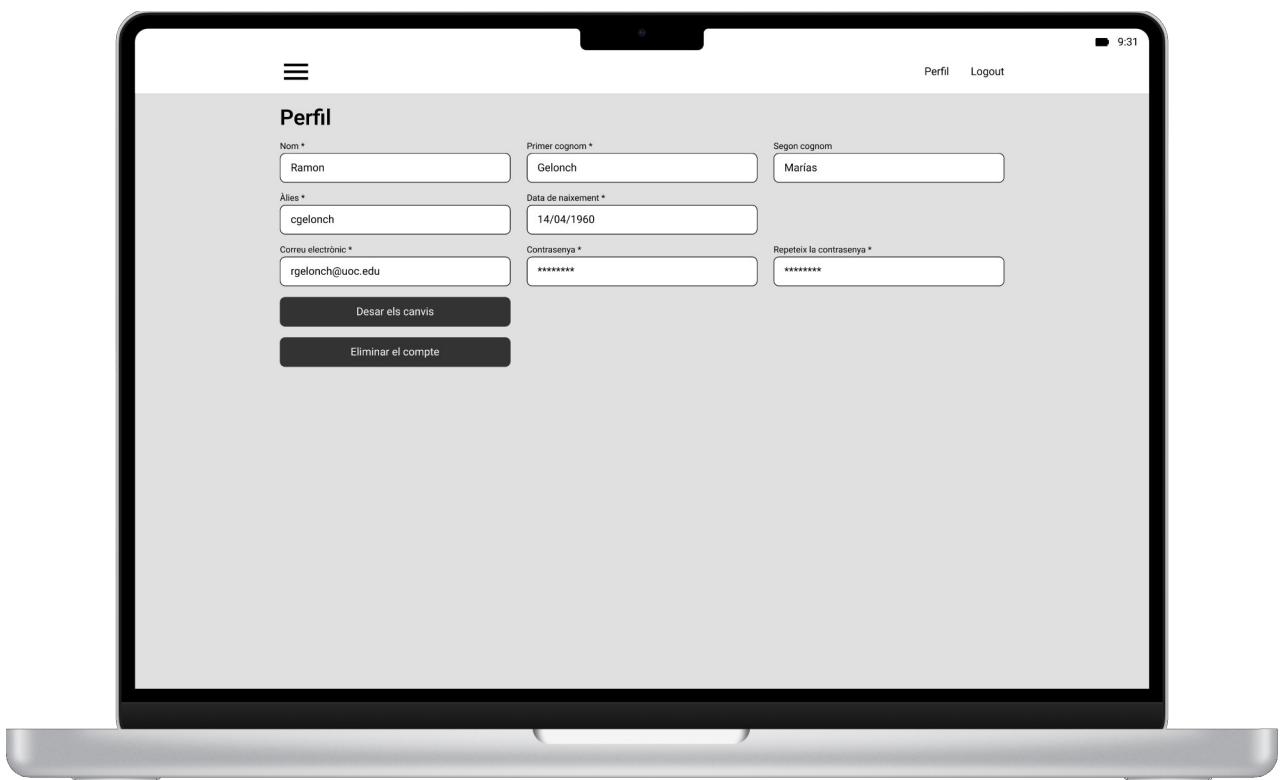


Figura 130: Pàgina «Perfil»

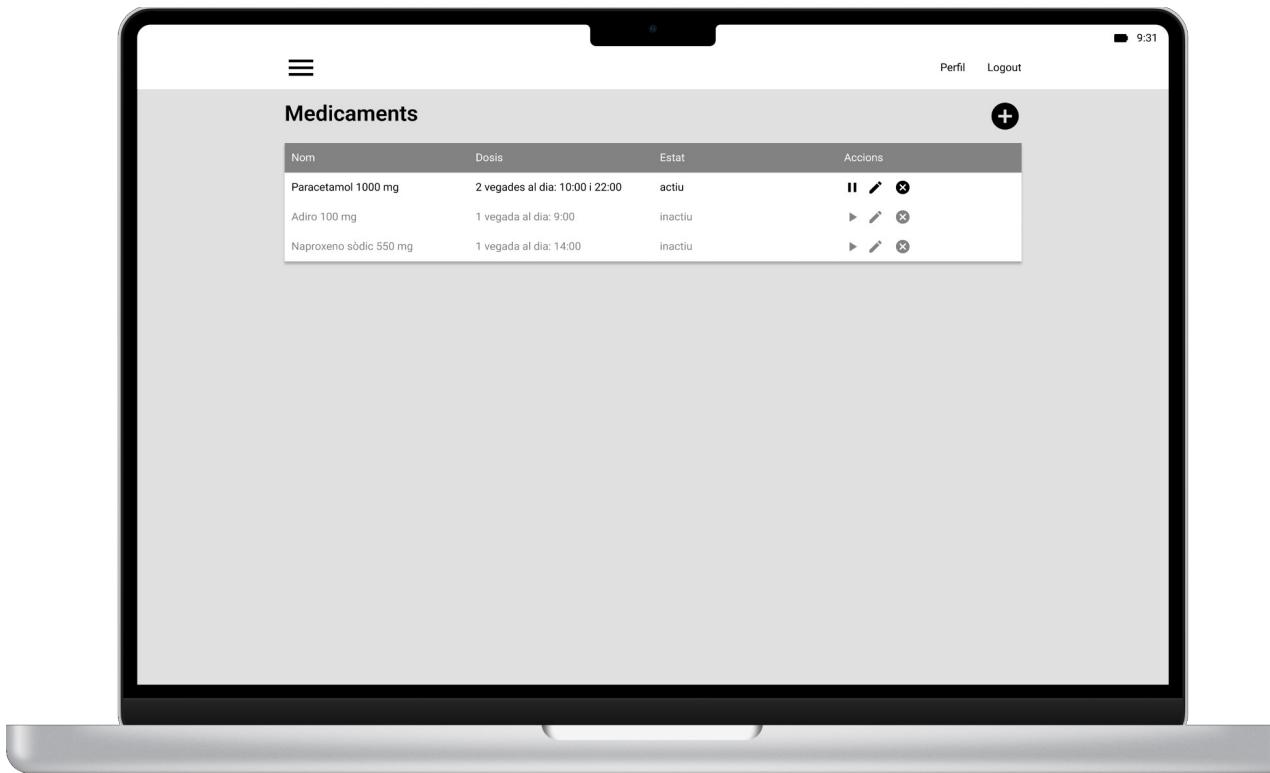


Figura 131: Pàgina «Medicaments»

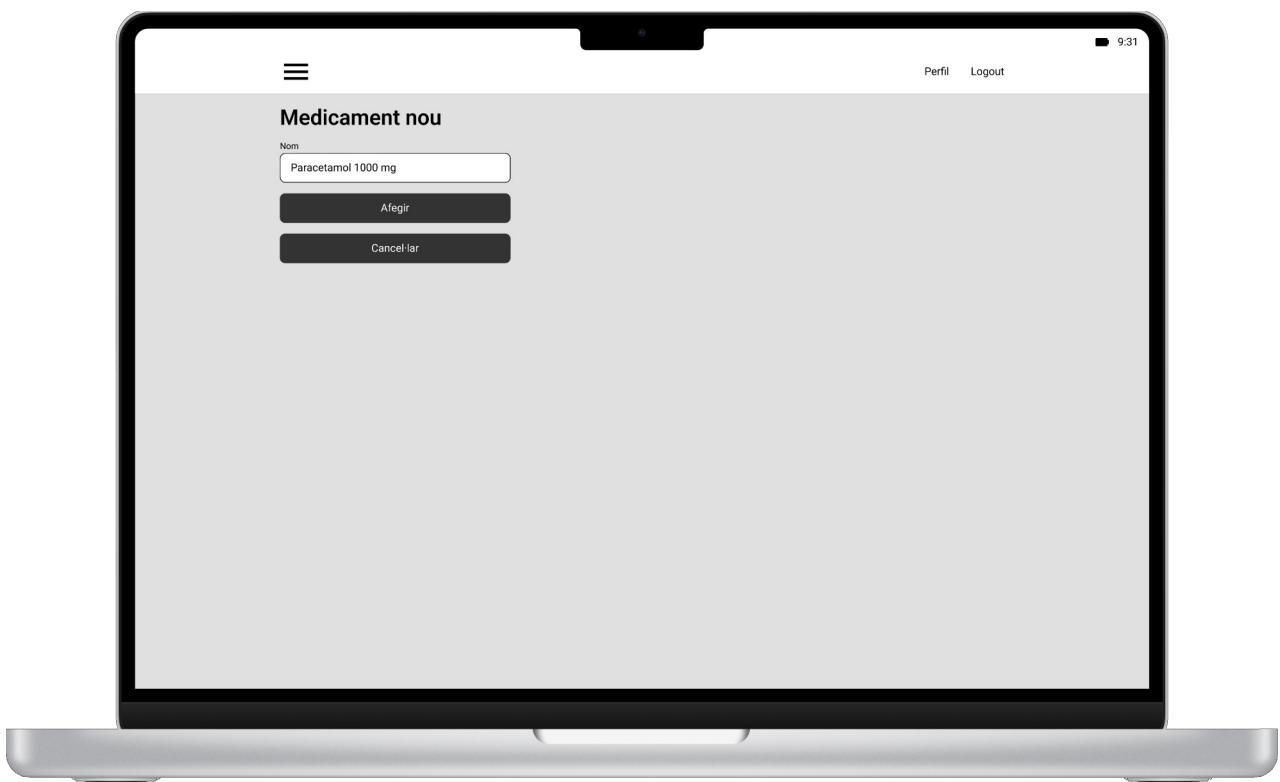


Figura 132: Pàgina «Medicament nou»

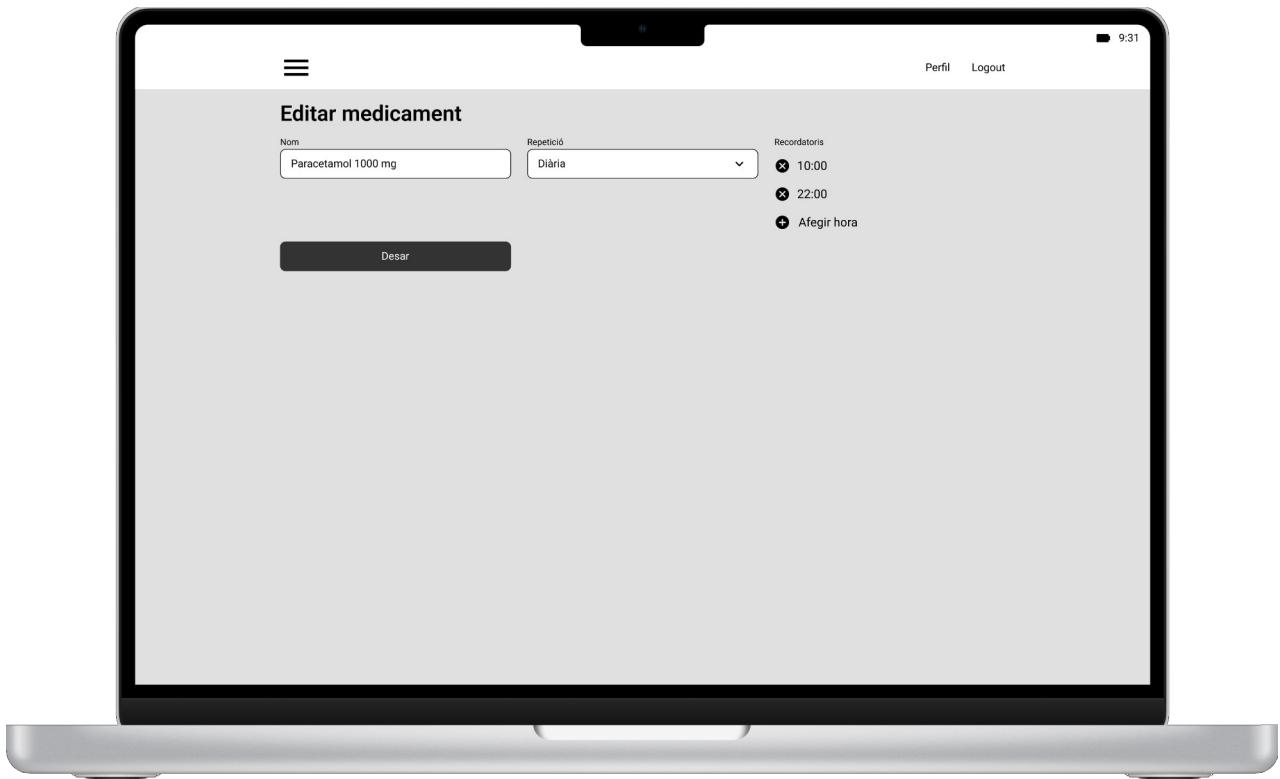


Figura 133: Pàgina «Editar medicament»

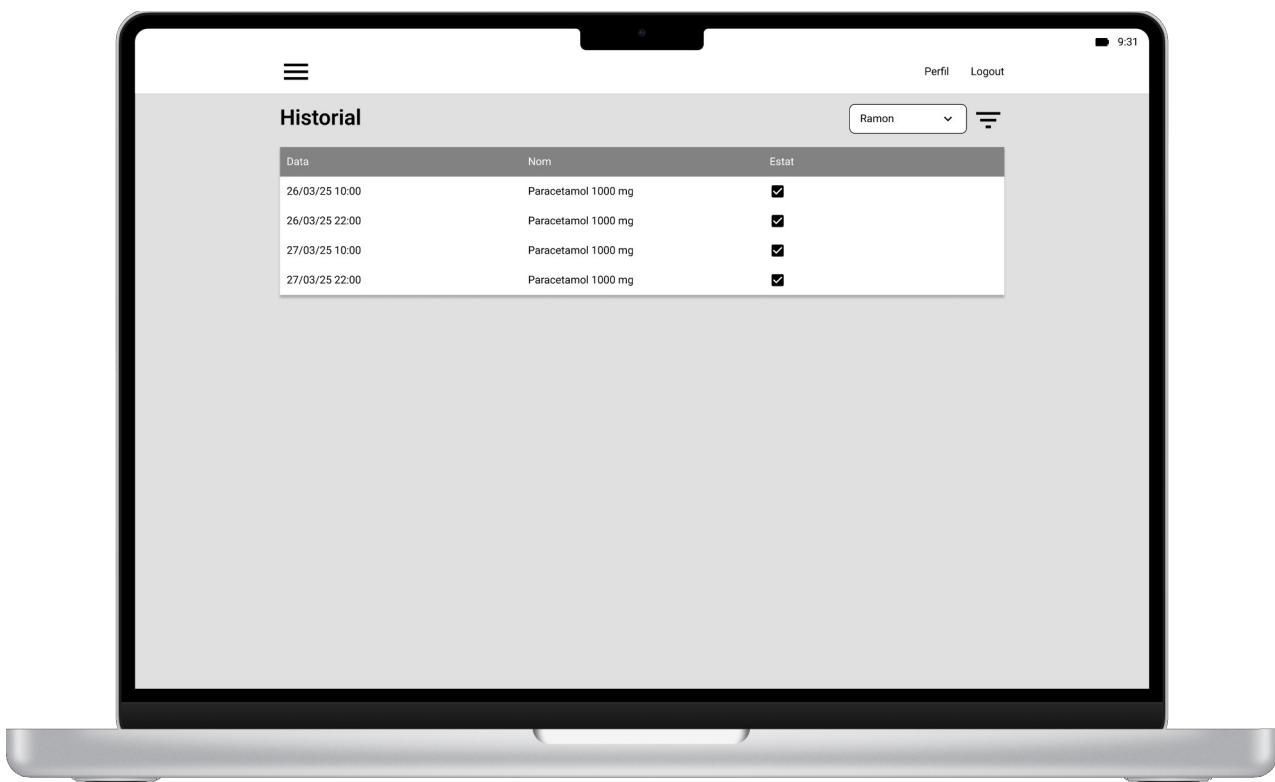


Figura 134: Pàgina «Historial»

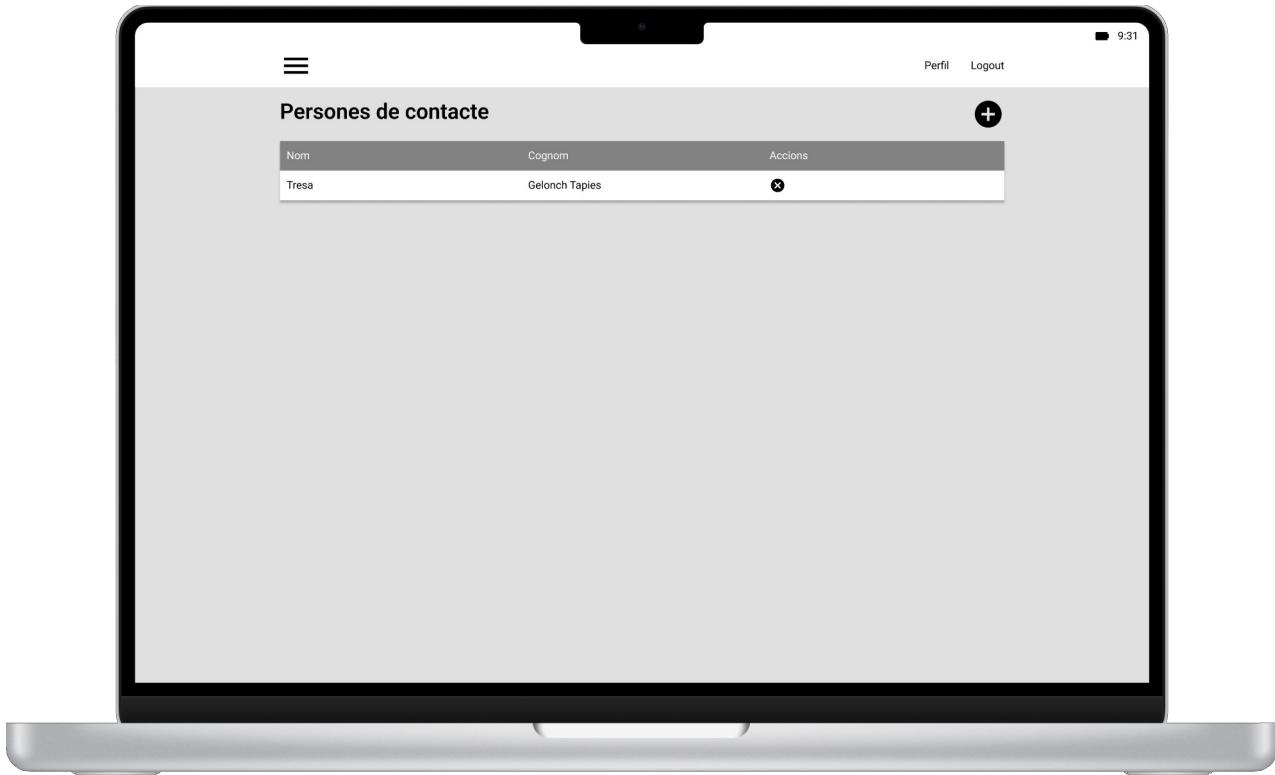


Figura 135: Pàgina «Persones de contacte»

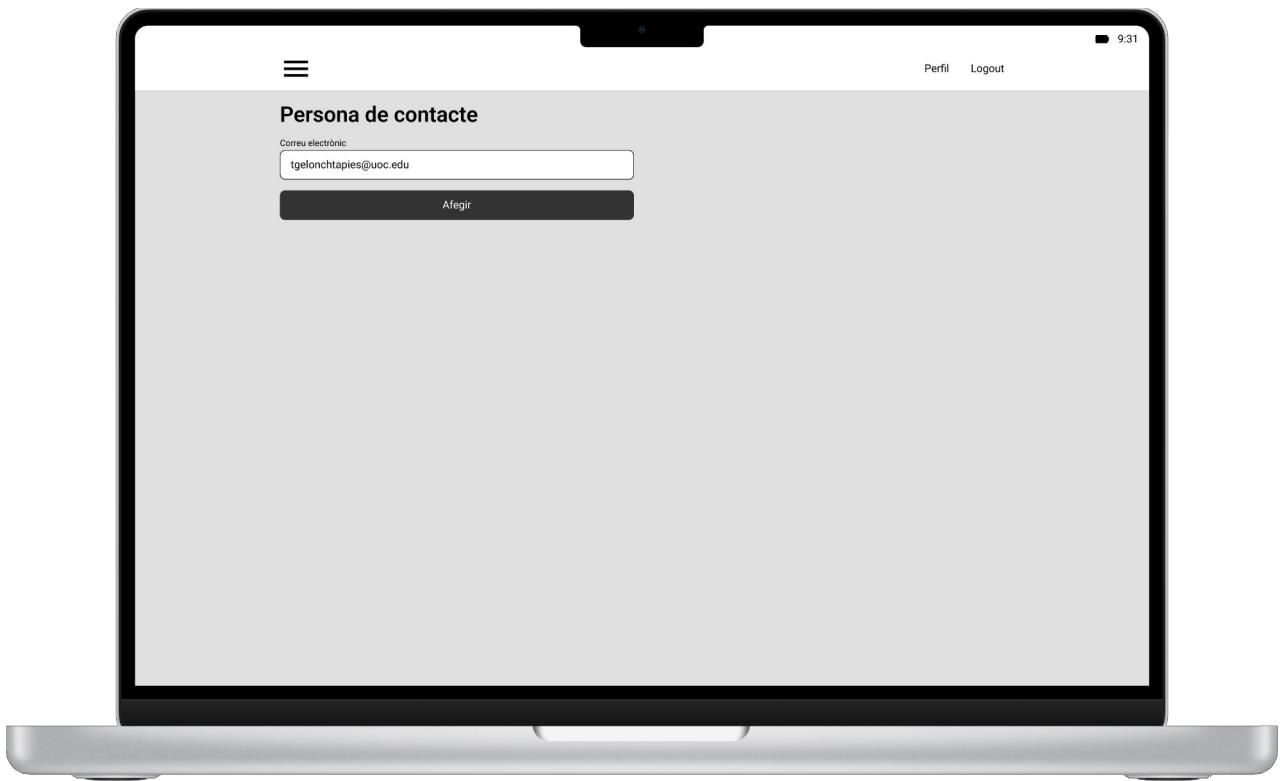


Figura 136: Pàgina «Personatge de contacte»

3. Autenticat com a administrador

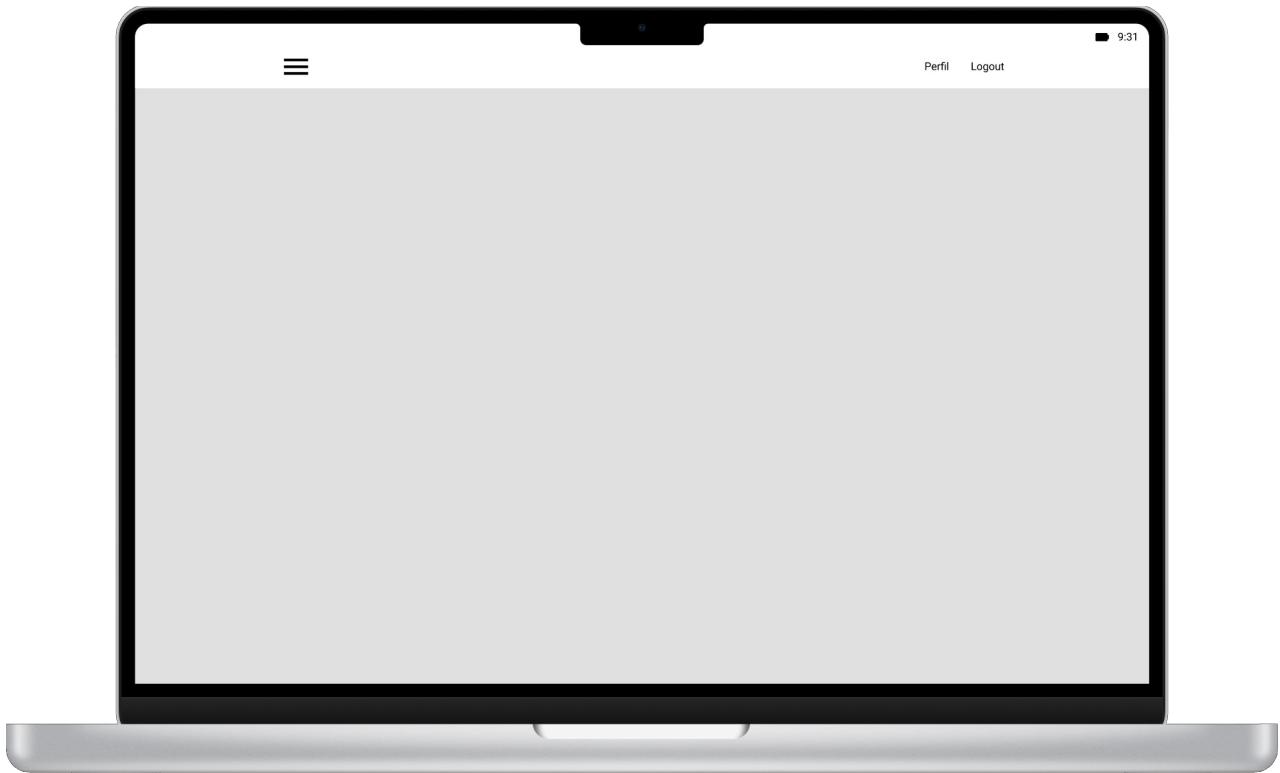


Figura 137: Pàgina Tauler amb gràfiques

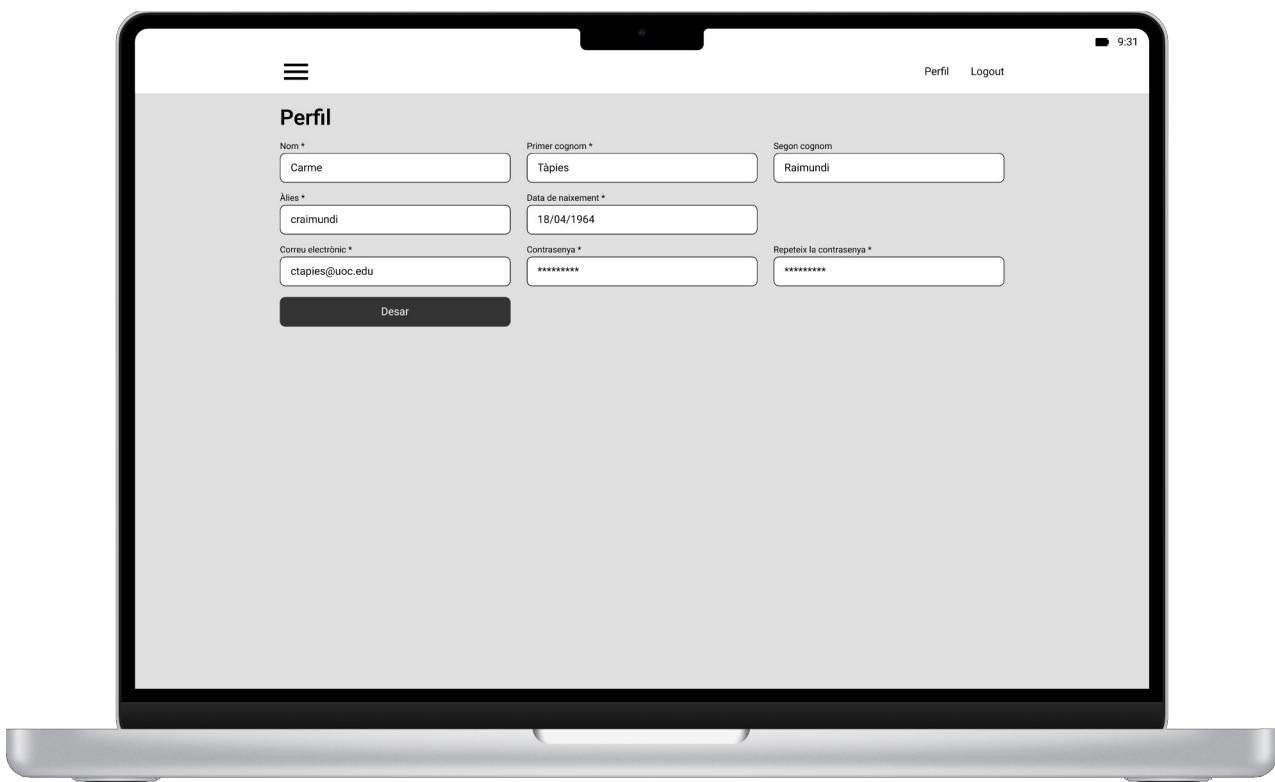


Figura 138: Pàgina «Perfil»

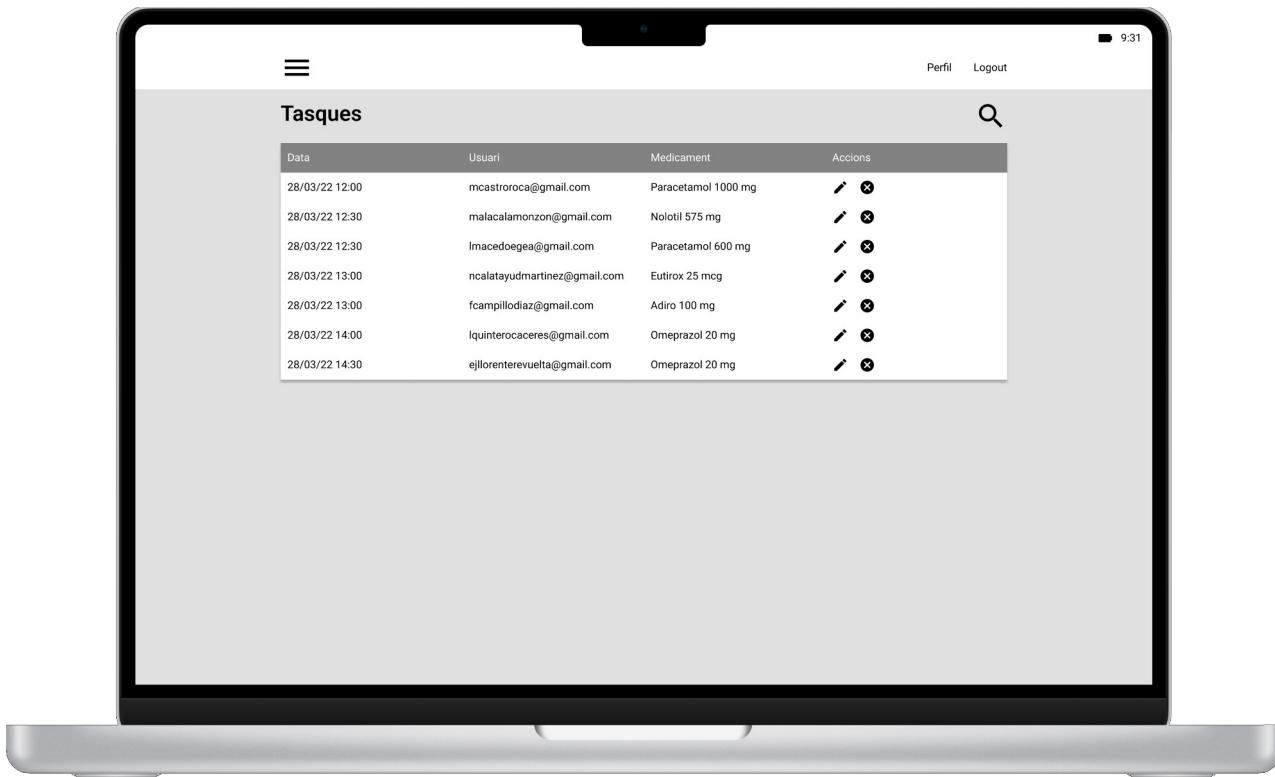


Figura 139: Pàgina «Tasques»

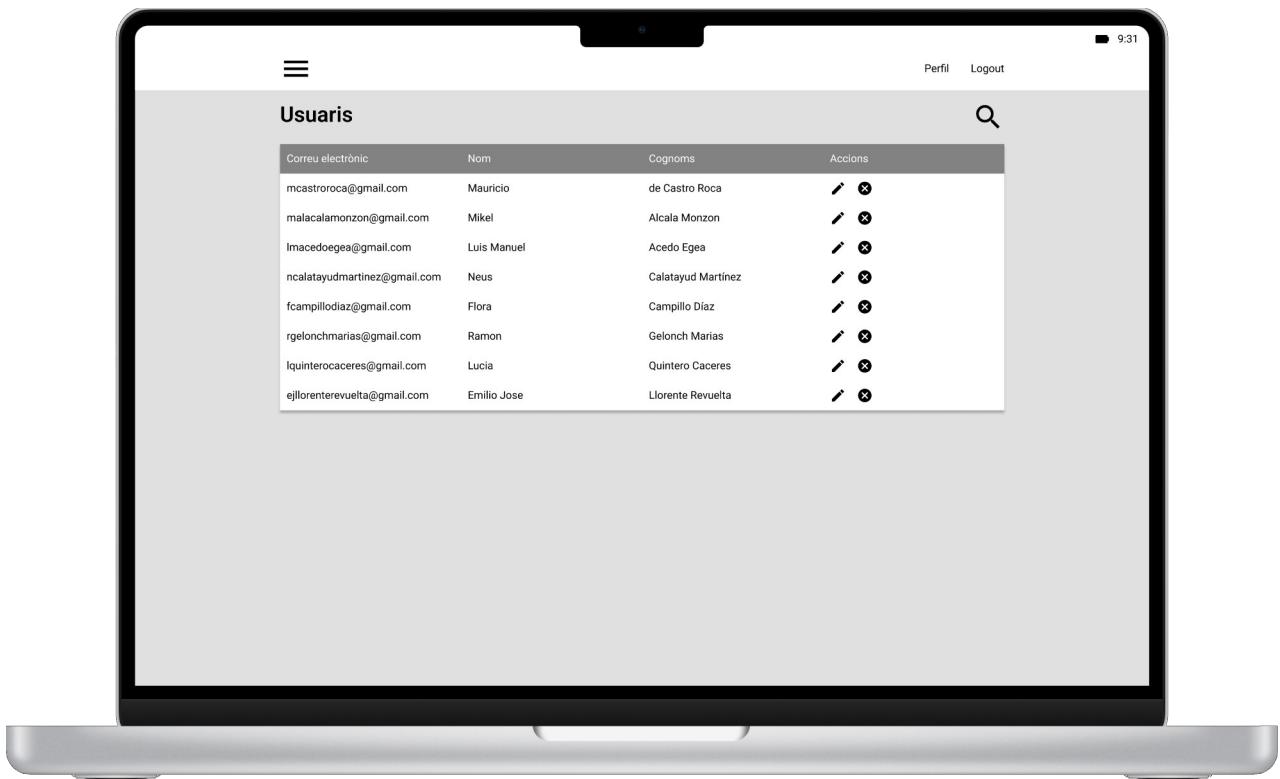
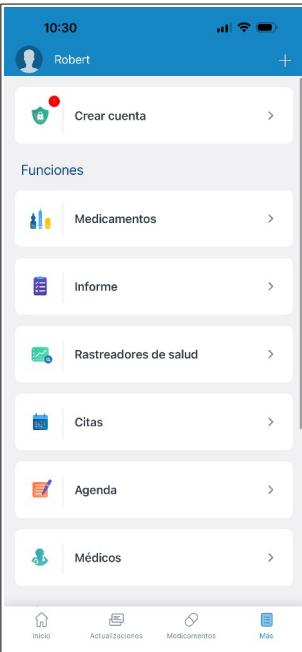
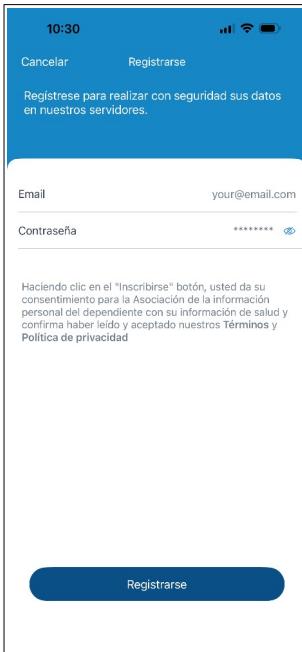
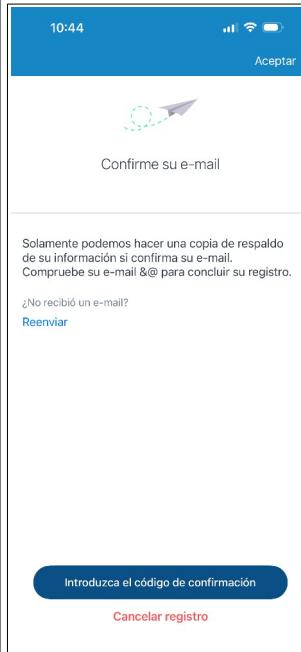


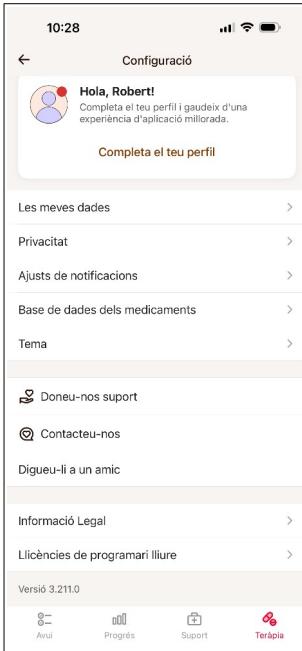
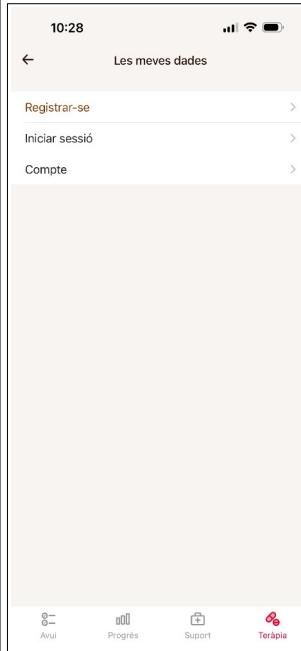
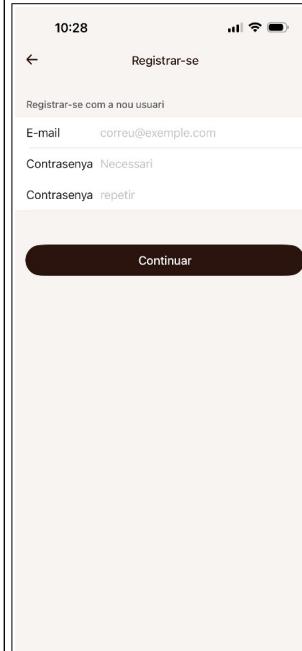
Figura 140: Pàgina «Usuaris»

F. Captures de pantalla del Benchmarking

Criteri: 1.B - L'usuari pot crear un compte

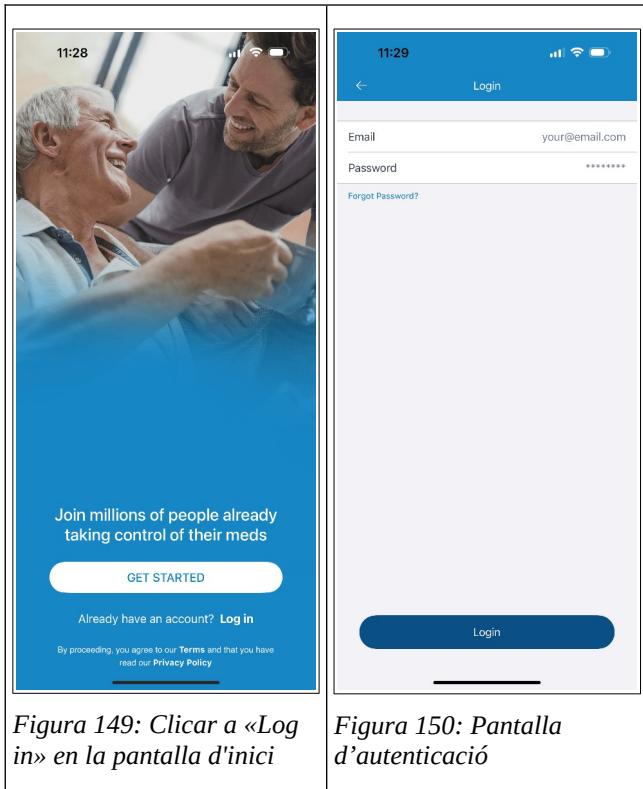
			
<p>Figura 141: Clicar a "Más" i a "Crear cuenta"</p>	<p>Figura 142: Credenciales</p>	<p>Figura 143: Introduir codi de confirmació</p>	<p>Figura 144: Registre completat</p>

Taula 44: Registre a Medisafe

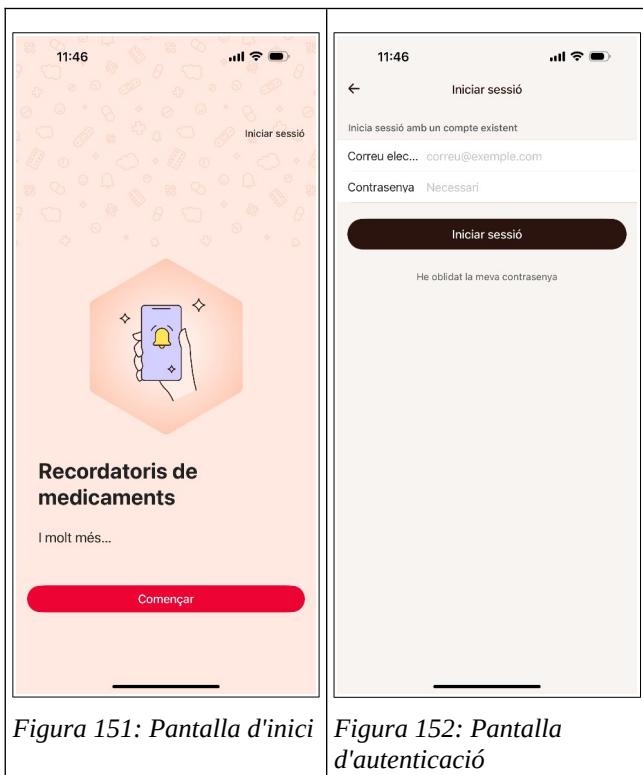
			
<p>Figura 145: «Teràpia», roda d'engranatge</p>	<p>Figura 146: Clicar a les meves dades</p>	<p>Figura 147: Clicar a "Registrar-se"</p>	<p>Figura 148: Clicar a "Continuar"</p>

Taula 45: Registre a MyTherapy

Criteri: 1.C - l'usuari pot iniciar sessió al seu compte

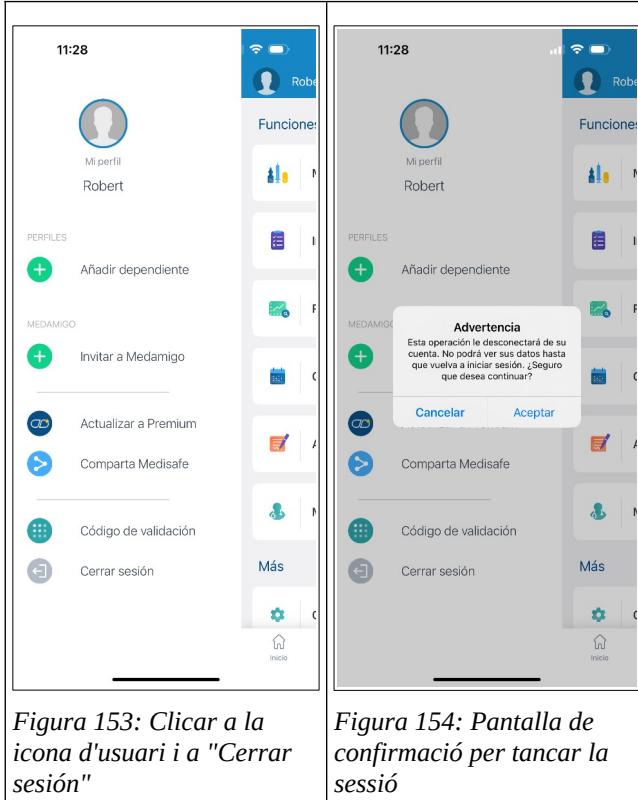


Taula 46: Iniciar la sessió a Medisafe

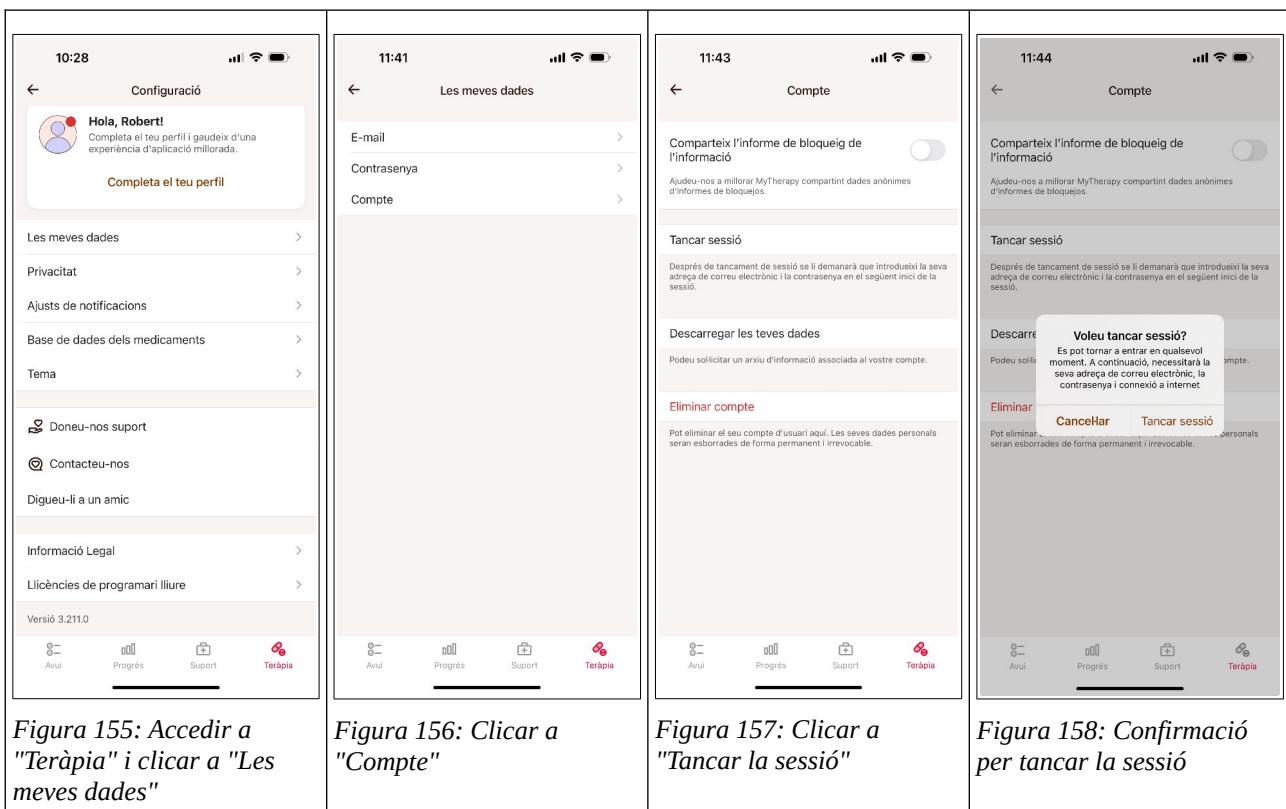


Taula 47: Iniciar la sessió a MyTherapy

Criteri: 1.D - l'usuari pot tancar sessió del seu compte

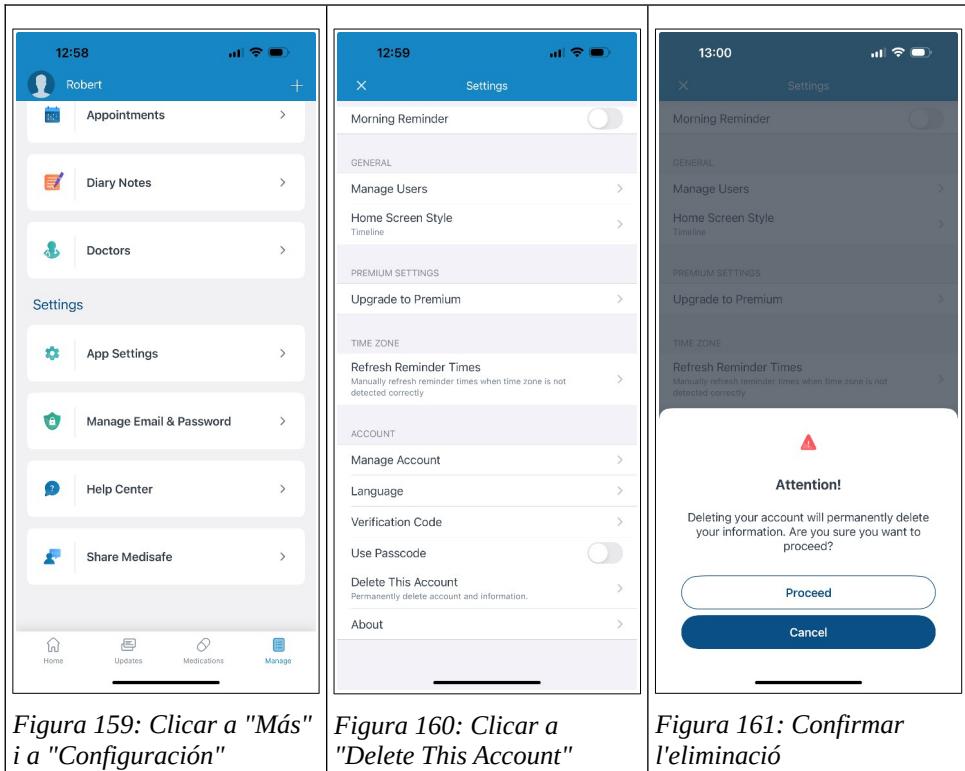


Taula 48: Tancar la sessió a Medisafe

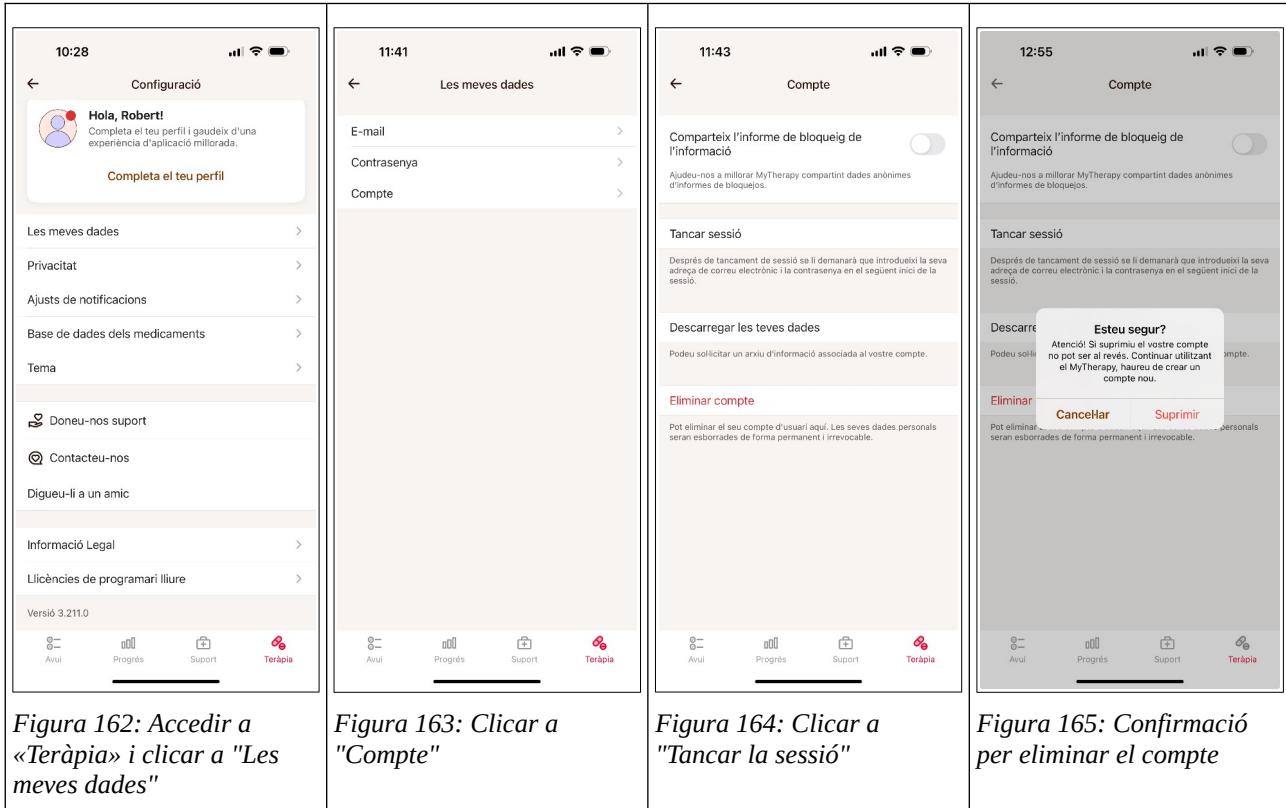


Taula 49: Tancar la sessió a MyTherapy

Criteri: 1.E - l'usuari pot eliminar el seu compte



Taula 50: Eliminar el compte a Medisafe



Taula 51: Eliminar el compte a MyTherapy

Criteri: 1.F - L'usuari pot modificar el seu perfil

Figura 166: Clicar a la icona de l'usuari

Figura 167: Clicar a "Mi perfil"

Figura 168: Modificar les dades del perfil

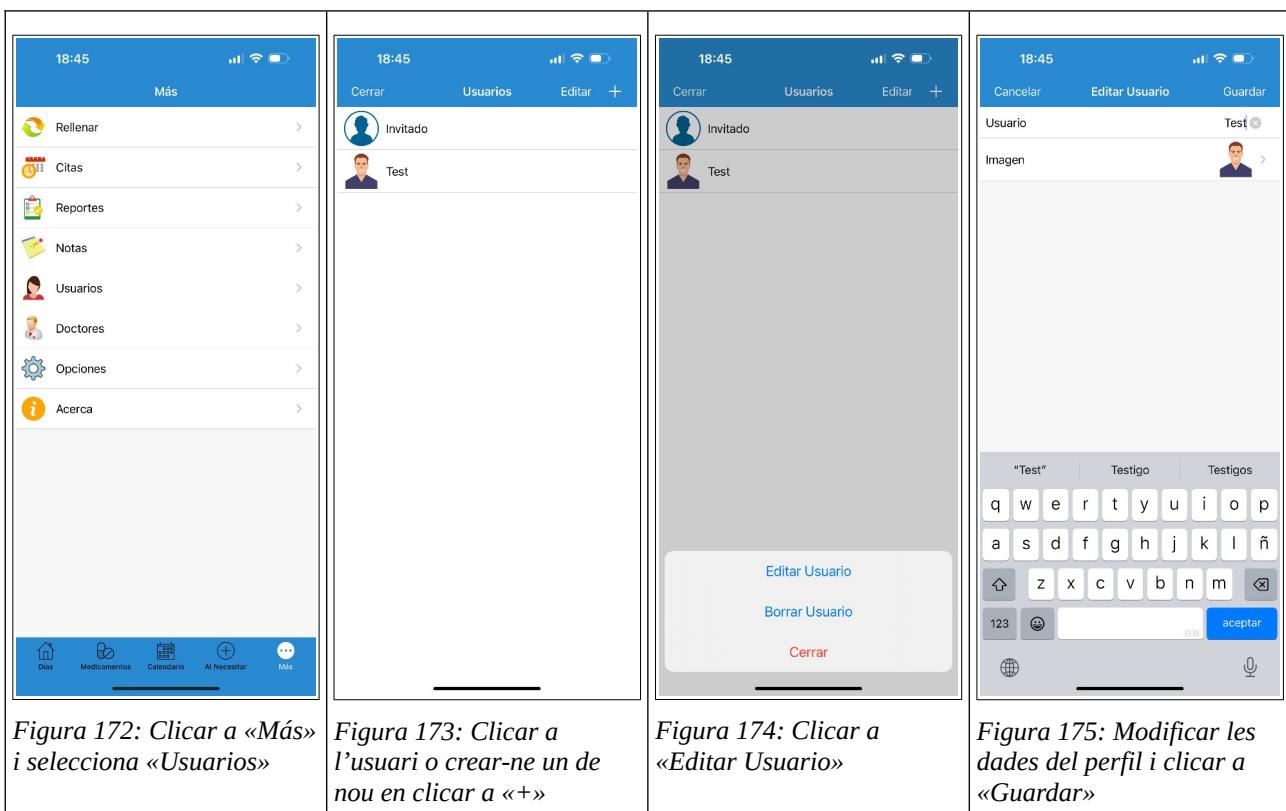
Taula 52: Editar el perfil principal a Medisafe

Figura 169: Seleccionar «Teràpia» i clicar a la roda d'engranatge

Figura 170: Clicar a «Completa el teu perfil»

Figura 171: Editar les dades del perfil i clicar a «Desar»

Taula 53: Editar el perfil principal a MyTherapy



Taula 54: Editar el perfil principal a «R. de Medicamentos»

Criteri: 2.A - l'usuari pot afegir un medicament

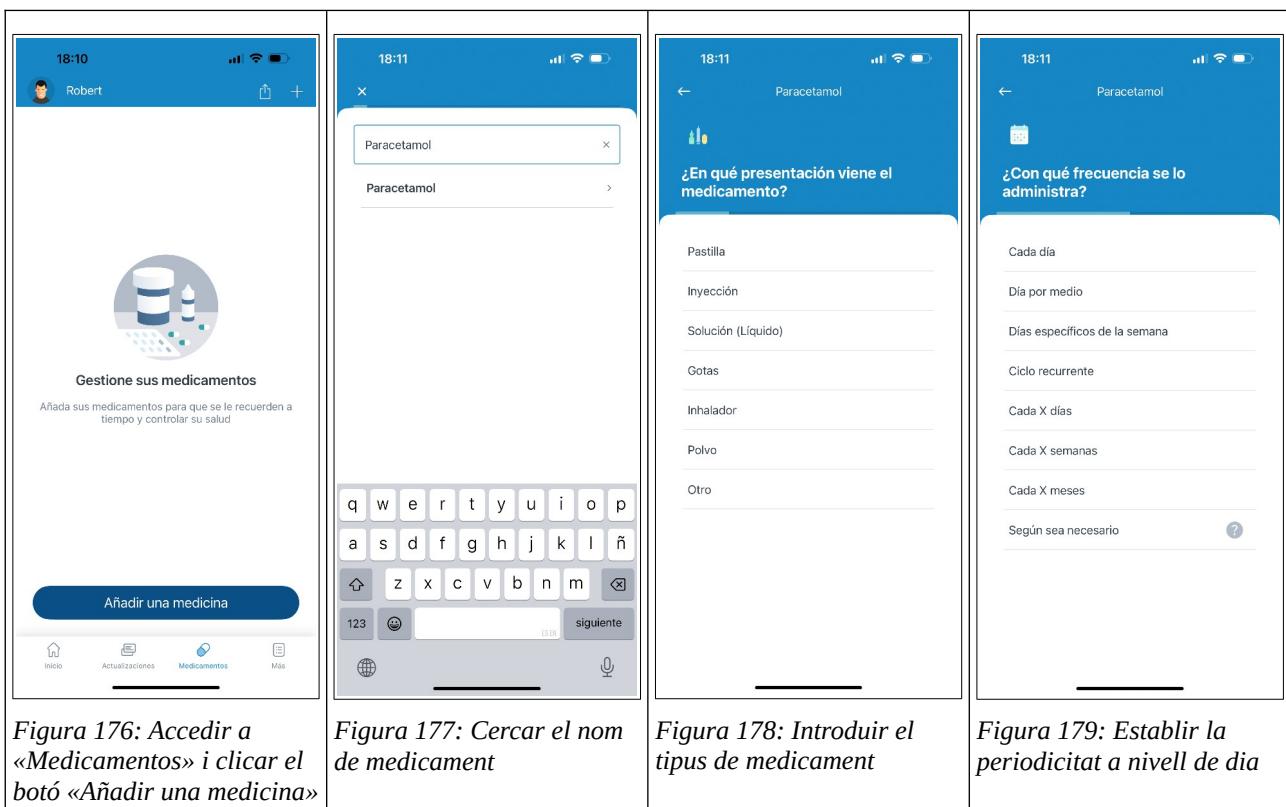


Figura 180: Introduir la periodicitat a nivell d' hora

Figura 181: Seleccionar la primera hora

Figura 182: Seleccionar la segona hora

Figura 183: Desar els canvis

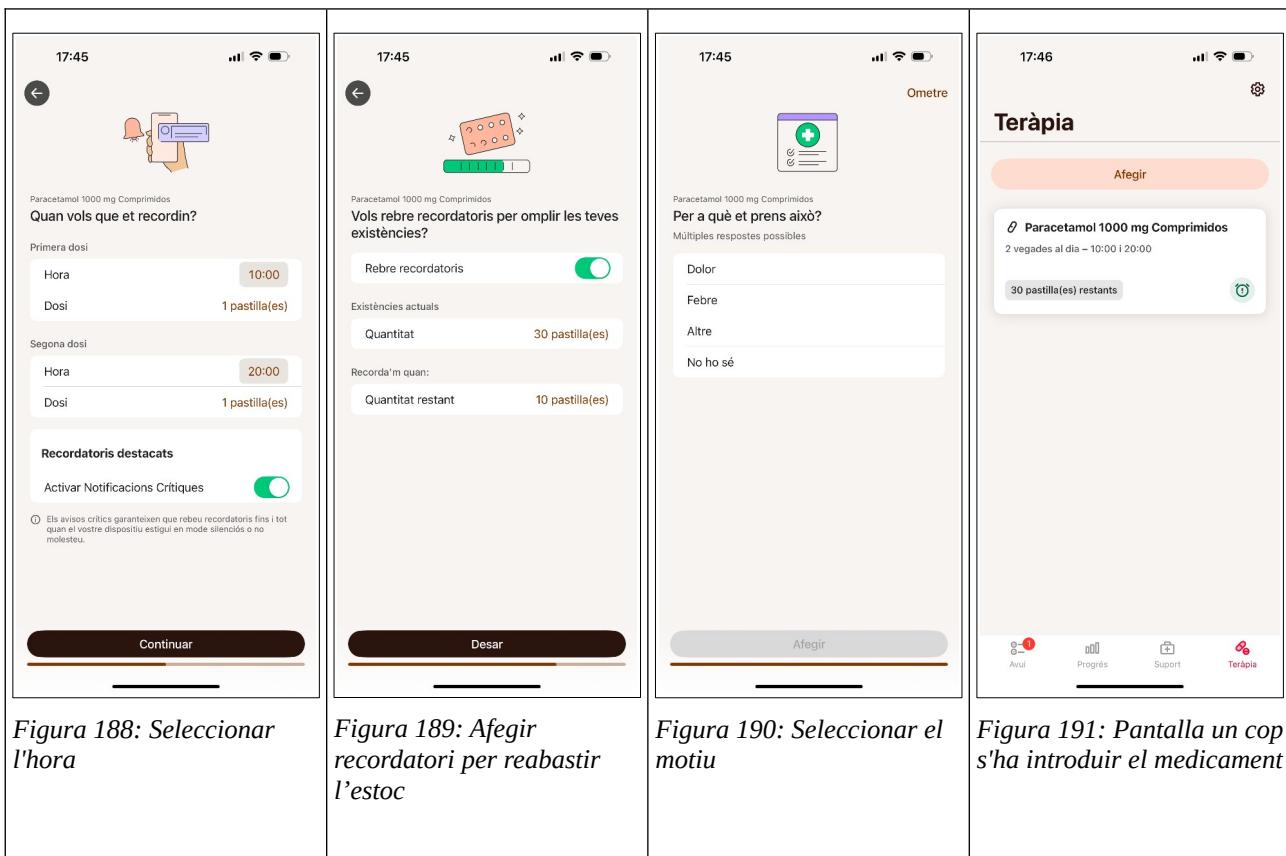
Taula 55: Afegir un medicament a Medisafe

Figura 184: Accedir a "Teràpia" i clicar al botó "Afegir primer medicament" o "Afegir"

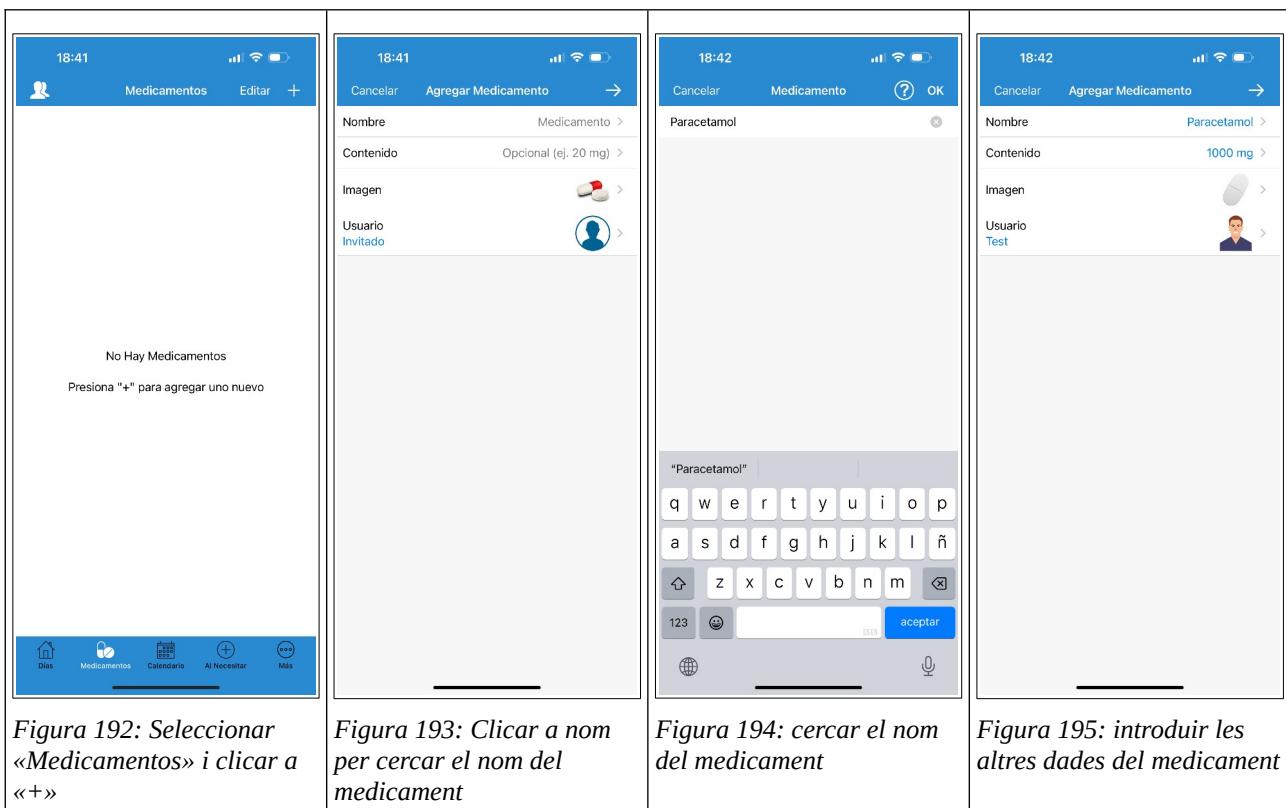
Figura 185: Clicar a "Cerca per nom"

Figura 186: Cercar el medicament pel nom

Figura 187: Seleccionar la freqüència



Taula 56: Afegir un medicament a MyTherapy



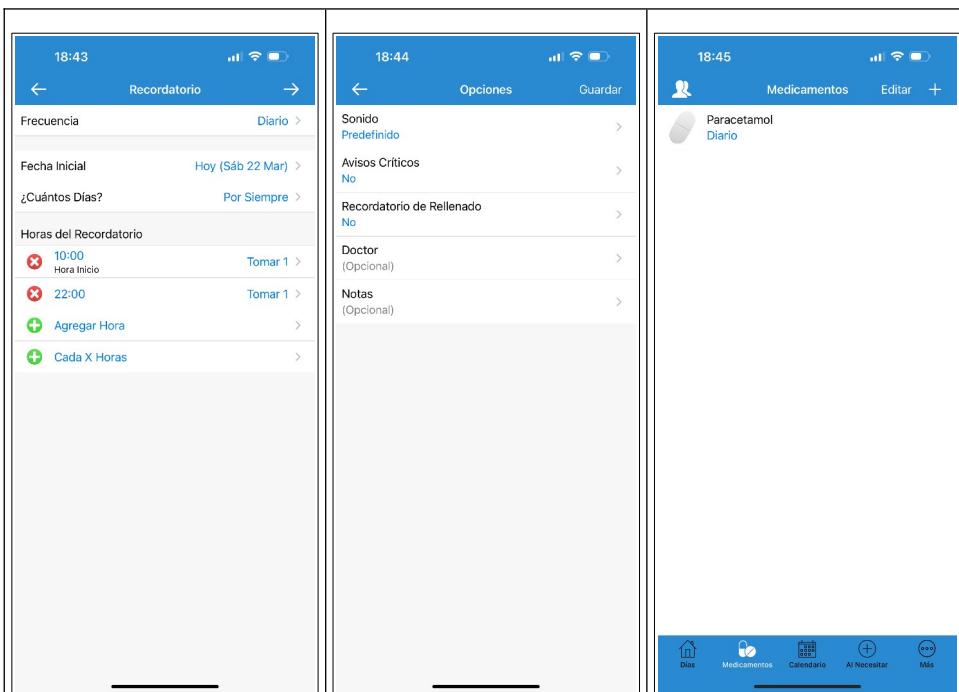


Figura 196: Establir la freqüència

Figura 197: Establir altres dades i preferències

Figura 198: Medicament un cop introduït

Taula 57: Afegeir un medicament a «R. de Medicamentos»

Criteri: 2.B - l'usuari pot editar un medicament

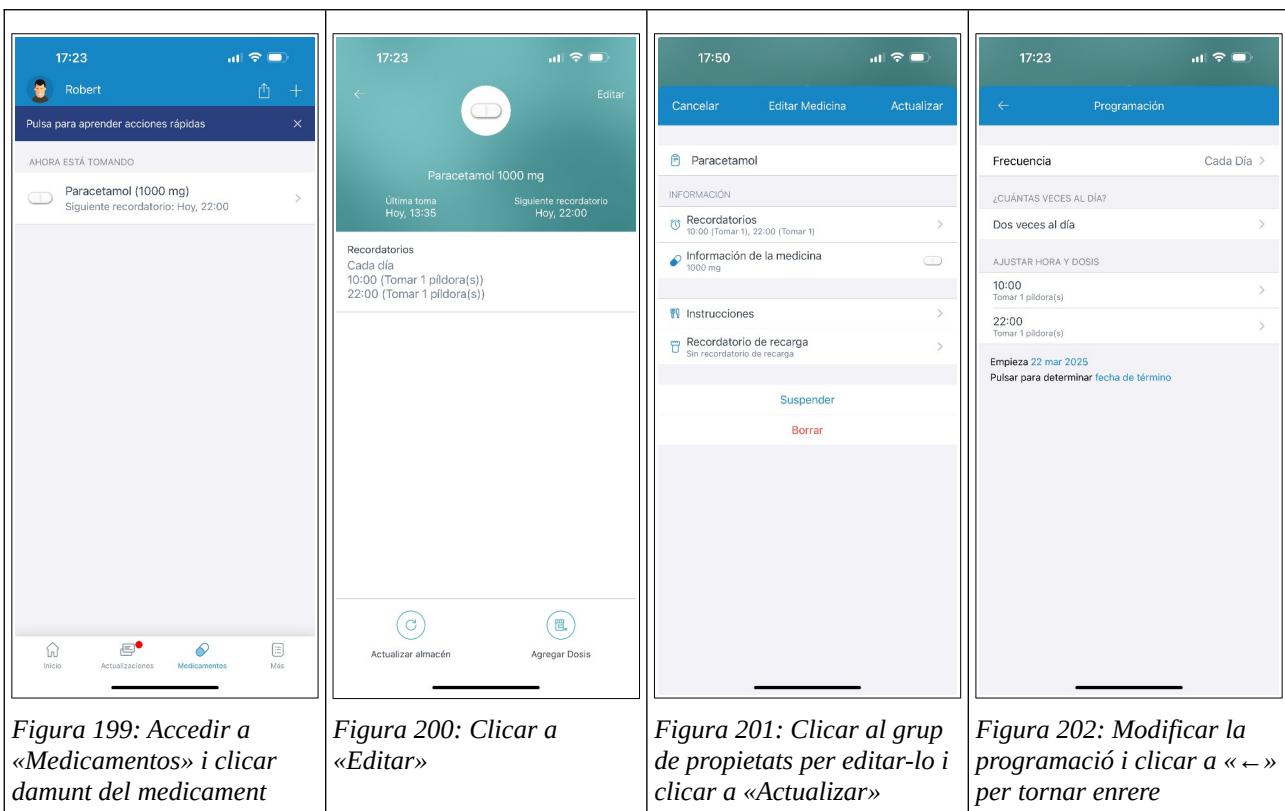
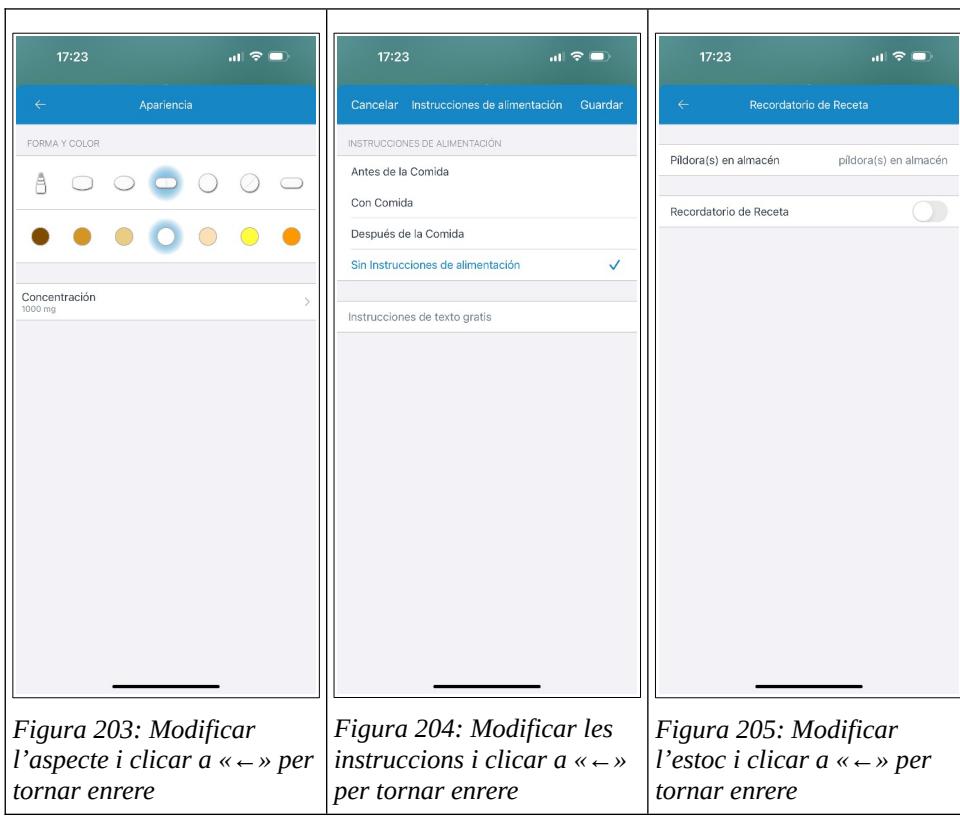


Figura 199: Accedir a «Medicamentos» i clicar damunt del medicament

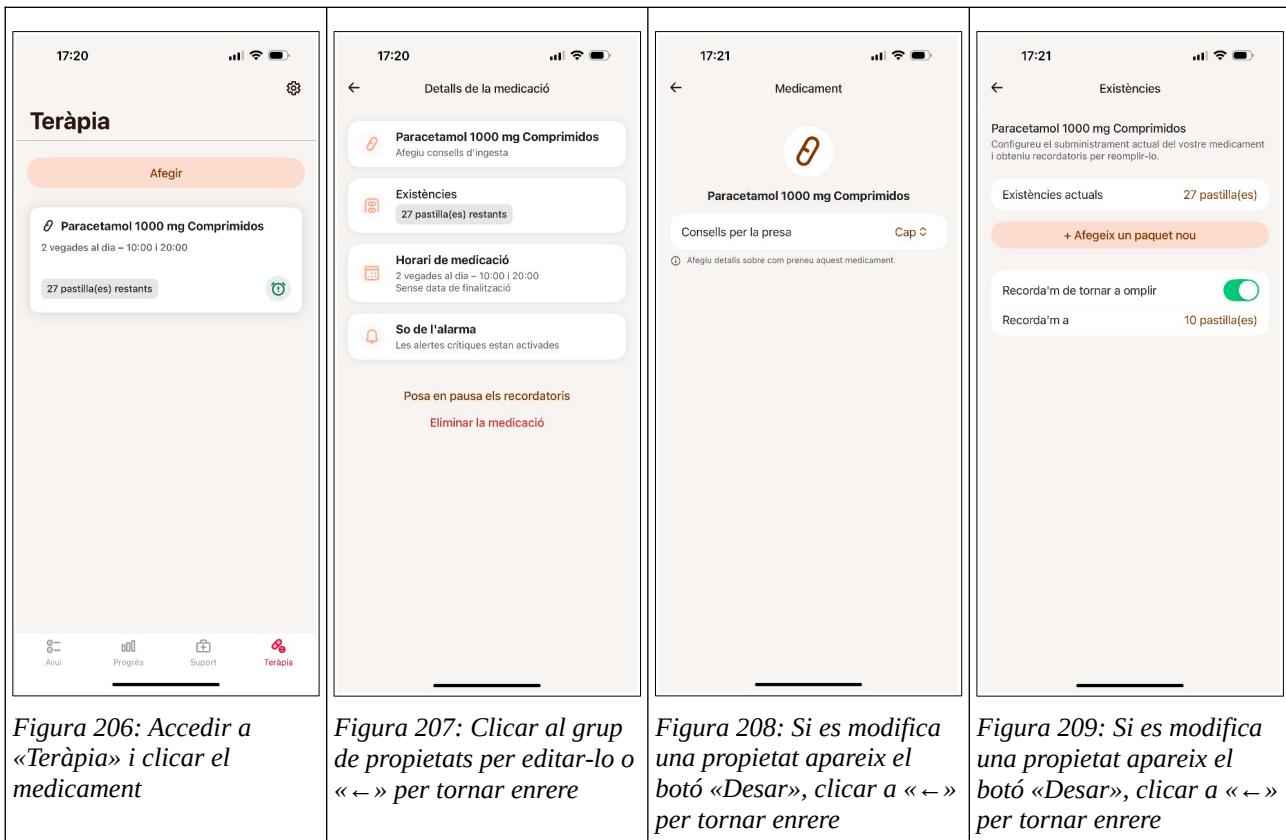
Figura 200: Clicar a «Editar»

Figura 201: Clicar al grup de propietats per editar-lo i clicar a «Actualizar»

Figura 202: Modificar la programació i clicar a «←» per tornar enrere



Taula 58: Editar un medicament a Medisafe



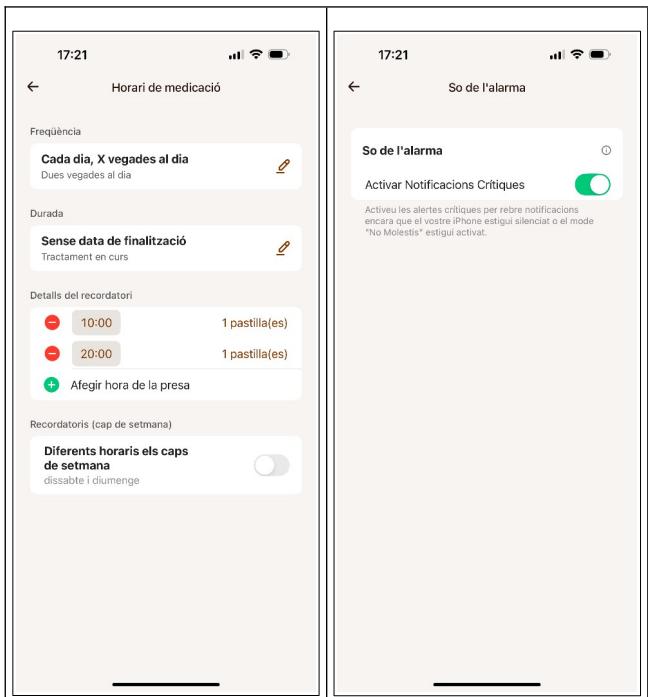


Figura 210: Si es modifica una propietat apareix el botó «Desar», clicar a «←» per tornar enrere

Figura 211: Si es modifica una propietat apareix el botó «Desar», clicar a «←» per tornar enrere

Taula 59: Editar un medicament a MyTherapy

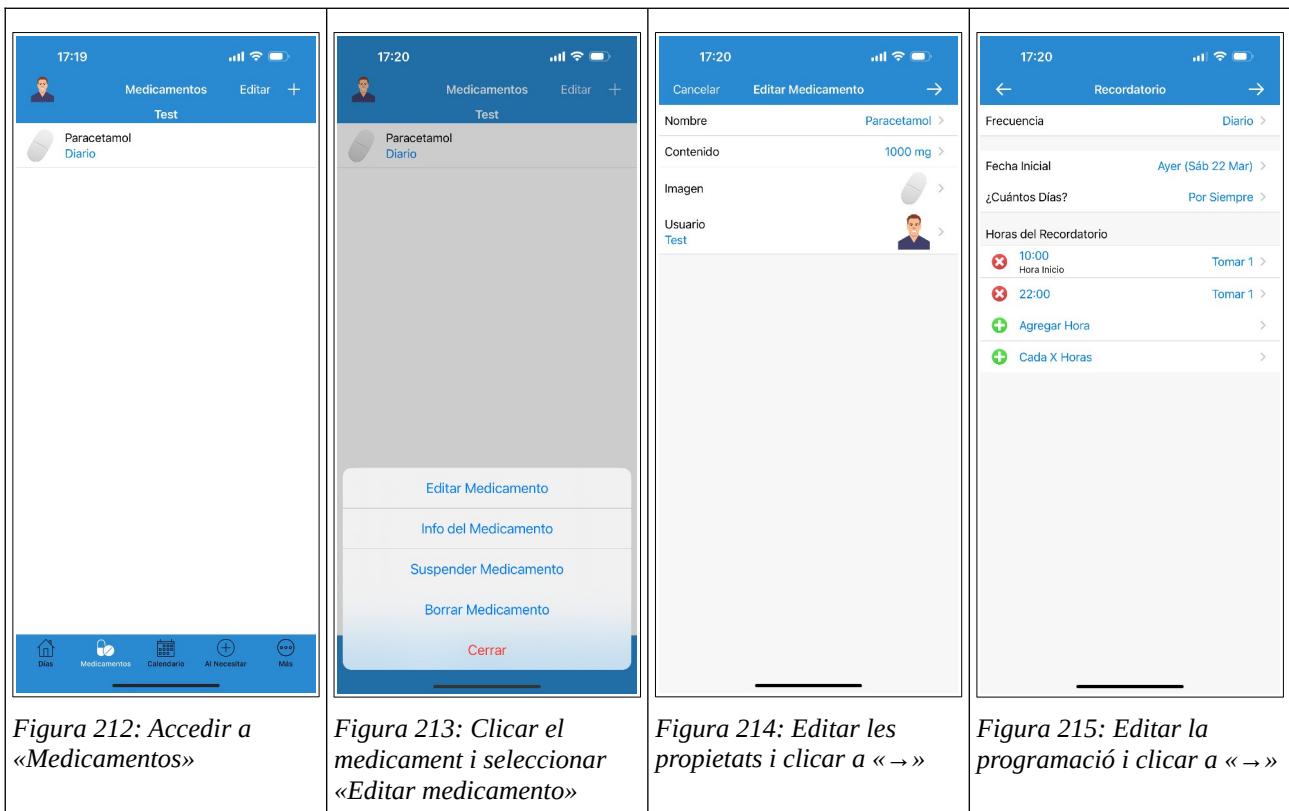


Figura 212: Accedir a «Medicamentos»

Figura 213: Clicar el medicament i seleccionar «Editar medicamento»

Figura 214: Editar les propietats i clicar a «→»

Figura 215: Editar la programació i clicar a «→»



Figura 216: Editar altres detalls/ paràmetres i clicar a «Guardar»

Taula 60: Editar un medicament a «R. de Medicamentos»

Criteri: 2.C - l'usuari pot eliminar una medicació

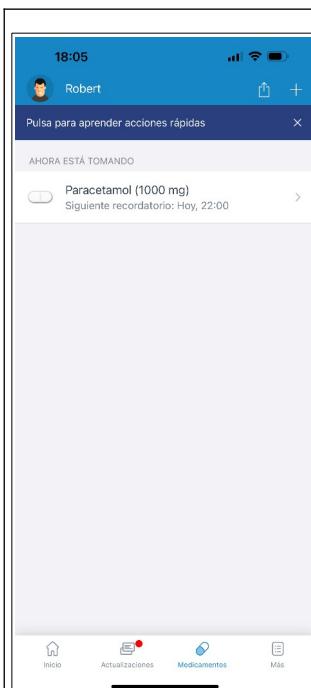


Figura 217: Accedir a «Medicamentos» i clicar el medicament



Figura 218: Clicar a «Editar»



Figura 219: Clicar a «Borrar»

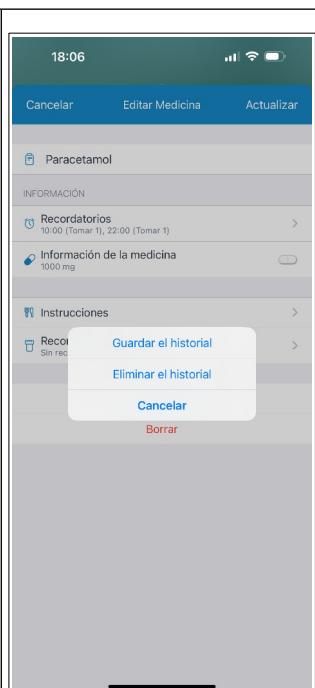
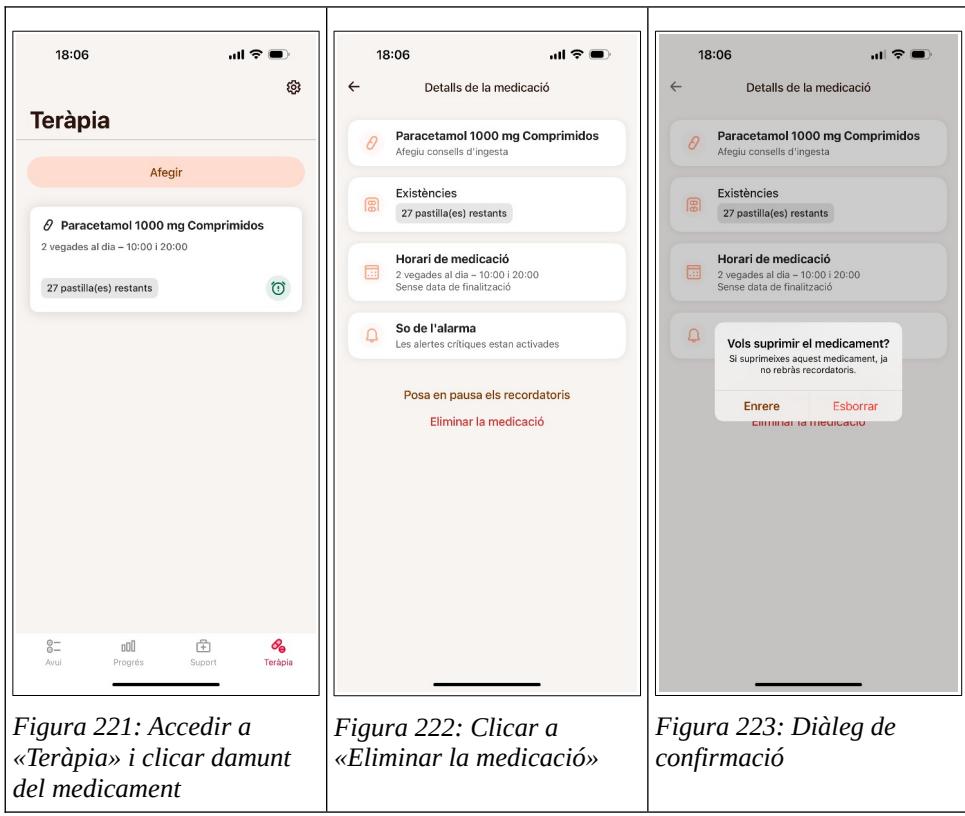
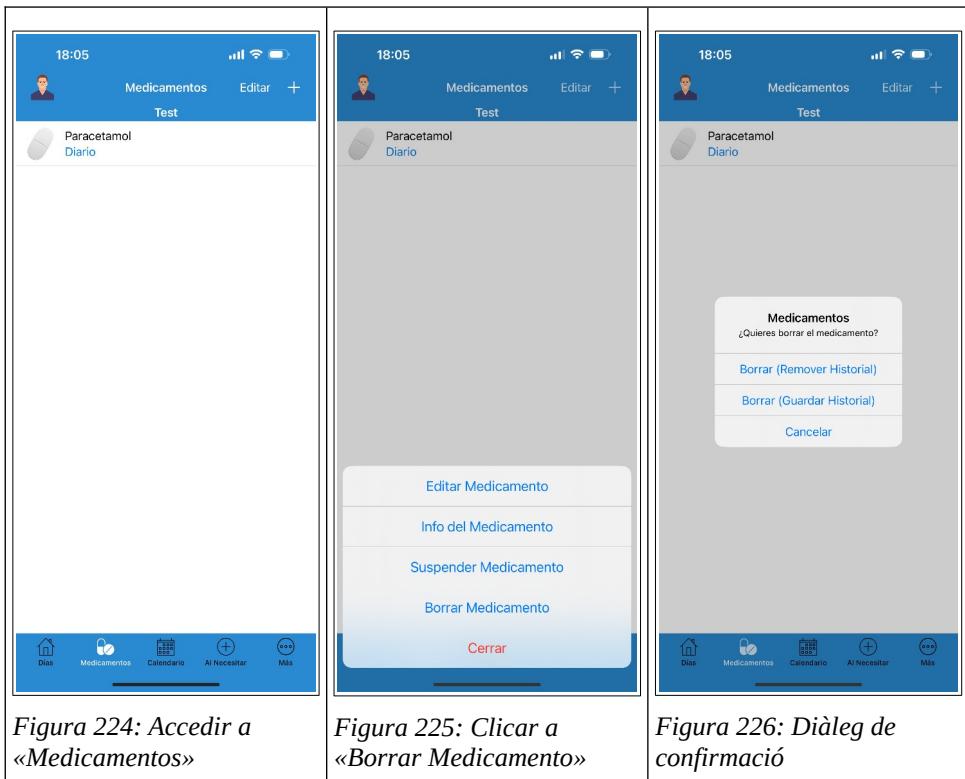


Figura 220: Diàleg de confirmació

Taula 61: Eliminar un medicament a Medisafe



Taula 62: Eliminar un medicament a MyTherapy



Taula 63: Eliminar un medicament a «R. de Medicamentos»

Criteri: 2.D - l'usuari pot suspendre un medicament

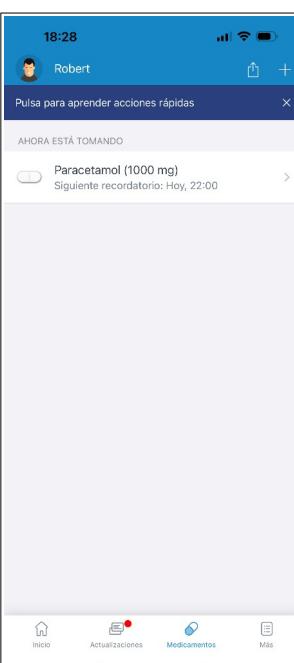
			
			

Figura 227: Accedir a «Medicamentos» i clicar damunt del medicament

Figura 228: Clicar a «Editar»

Figura 229: Clicar a «Suspender»

Figura 230: Diàleg de confirmació

Figura 231: Medicament suspès - informació

Figura 232: Medicament suspès – Medicamentos

Taula 64: Suspendre un medicament a Medisafe

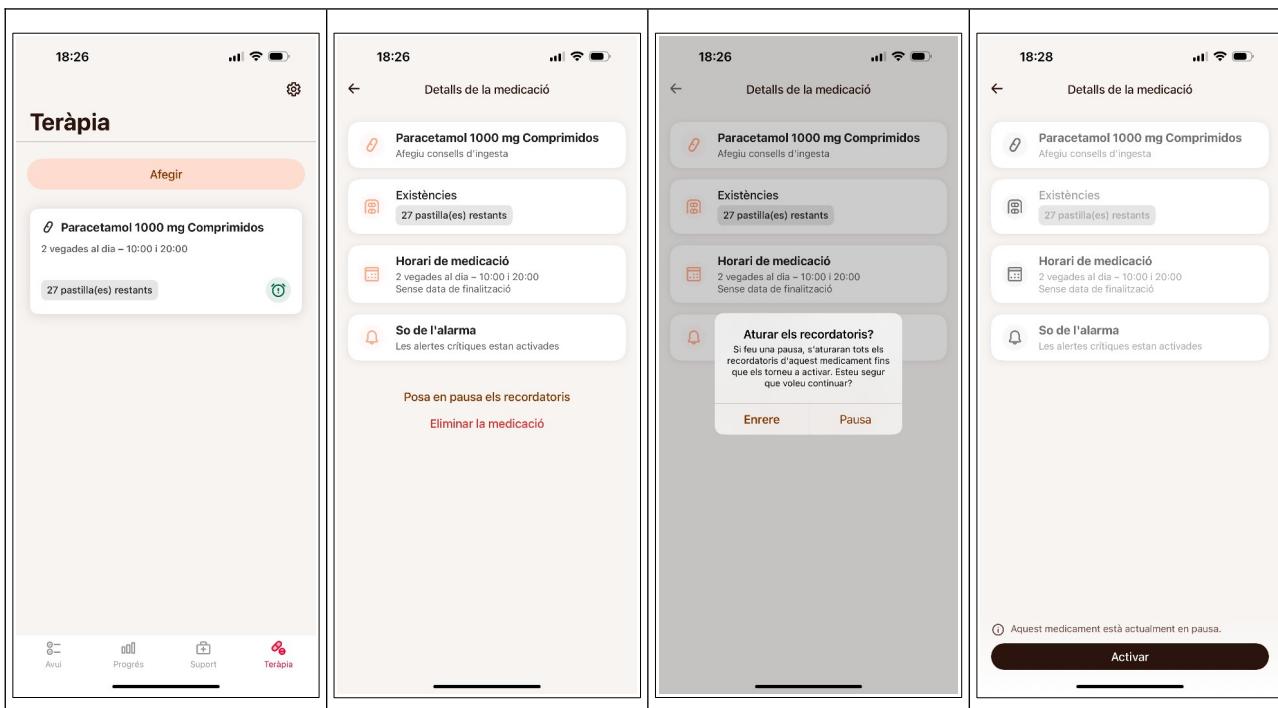


Figura 233: Accedir a «Teràpia» i clicar el medicament

Figura 234: Clicar a «Posa en pausa els recordatoris»

Figura 235: Diàleg de confirmació

Figura 236: Medicament suspès

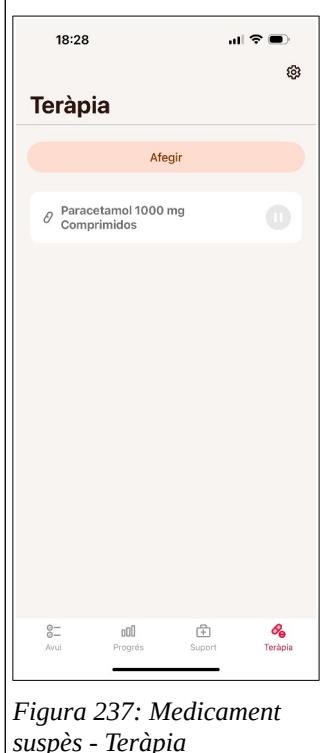
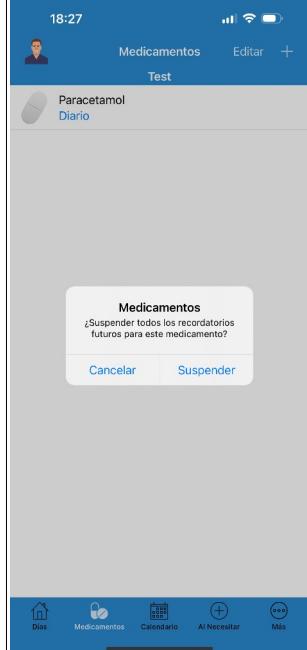
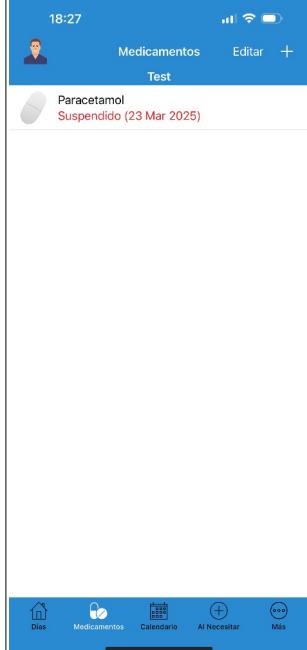


Figura 237: Medicament suspès - Teràpia

Taula 65: Suspendre un medicament a MyTherapy

			
<p><i>Figura 238: Accedir a «Medicamentos» i clicar damunt del medicament</i></p>	<p><i>Figura 239: Clicar a «Suspender Medicamento»</i></p>	<p><i>Figura 240: Diàleg de confirmació</i></p>	<p><i>Figura 241: Medicament suspès</i></p>

Taula 66: Suspendre un medicament a «R. de Medicamentos»

Criteri: 2.E - l'usuari pot reprendre un medicament

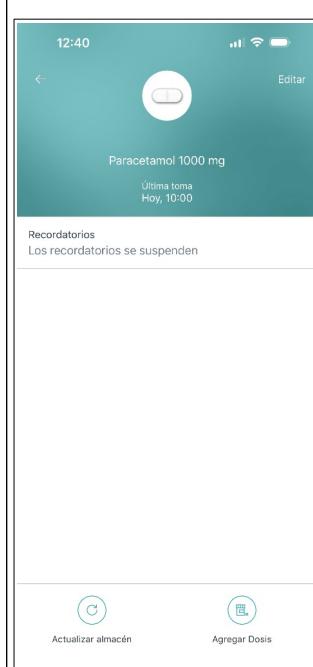
			
<p><i>Figura 242: Accedir a «Medicamentos» i clicar damunt del medicament</i></p>	<p><i>Figura 243: Clicar a «Editar»</i></p>	<p><i>Figura 244: Clicar a «Reanudar»</i></p>	<p><i>Figura 245: Medicament un cop reprès</i></p>



Figura 246: Medicament un cop reprès - llistat

Taula 67: Reprendre un medicament a Medisafe

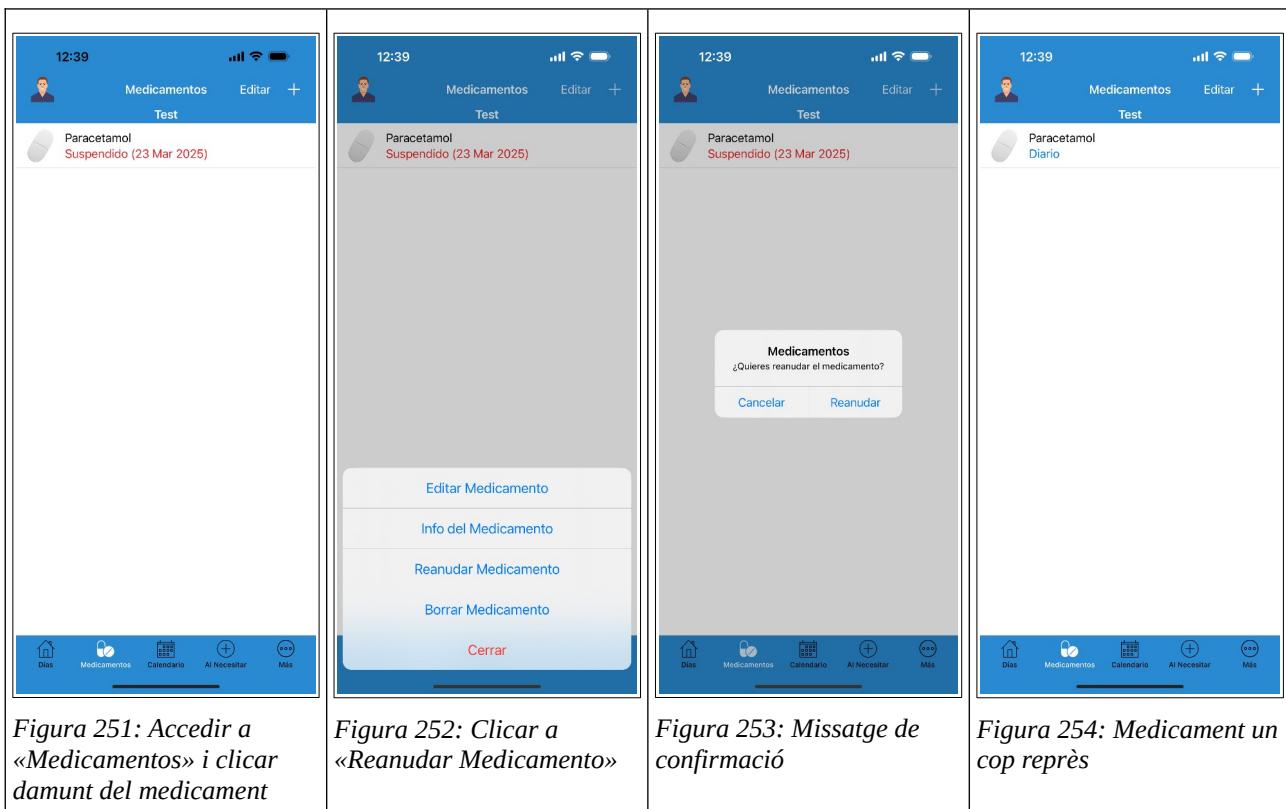
Figura 247: Accedir a «Teràpia»

Figura 248: Clicar el botó «Activar»

Figura 249: Medicament un cop reprès

Figura 250: Medicament un cop reprès - llistat

Taula 68: Reprendre un medicament a MyTherapy



Taula 69: Reprender un medicament a «R. de Medicamentos»

Criteri: 2.F - L'usuari pot accedir a la medicació del dia

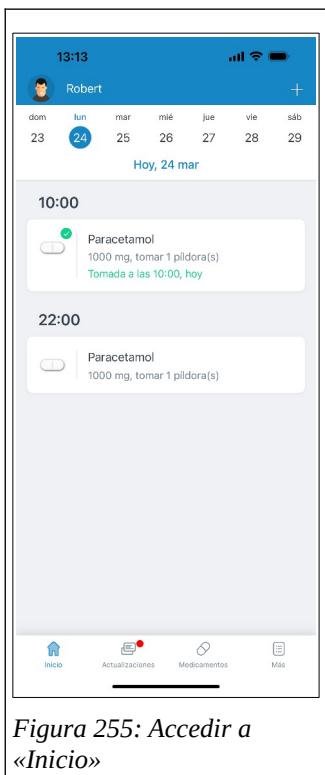


Figura 255: Accedir a «Inicio»

Taula 70: Medicació del dia a Medisafe

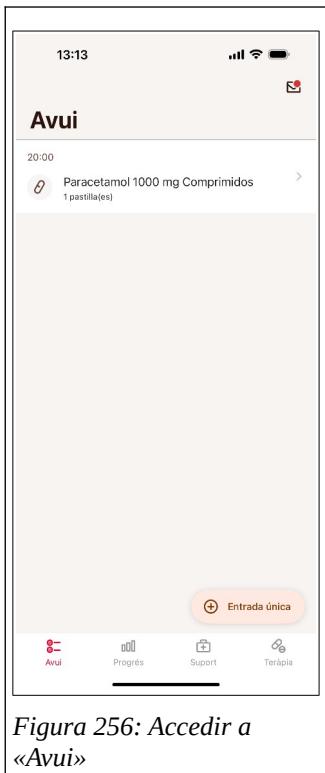


Figura 256: Accedir a «Avui»

Taula 71: Medicació del dia a MyTherapy

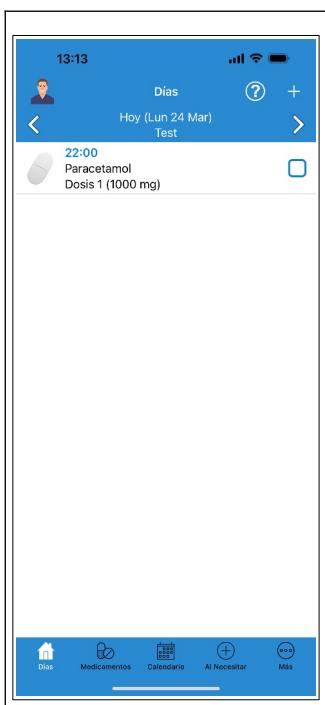


Figura 257: Accedir a «Días»

Taula 72: Medicació del dia a «R. de Medicamentos»

Criteri: 2.G - l'usuari pot confirmar la presa de la medicació

The figure consists of four screenshots of the Medisafe app:

- Figura 258:** Shows the home screen (Inicio) with a list of scheduled medications: Paracetamol at 10:00 and 22:00.
- Figura 259:** A medication card for Paracetamol at 22:00, showing options to Pass, Take, or Reschedule. The "Take" button is highlighted.
- Figura 260:** A confirmation dialog asking "¿Cuándo se tomó su medicina?" with options "Ahora" (Now), "Fijar la hora" (Set time), and "Cancelar" (Cancel). "Ahora" is selected.
- Figura 261:** The home screen again, showing the Paracetamol entry now includes the note "Tomada a las 10:00, hoy" (Taken at 10:00, today).

Taula 73: Confirmar la medicació a Medisafe

The figure consists of four screenshots of the MyTherapy app:

- Figura 262:** Shows the home screen (Avui) with a list of pending medications: Paracetamol 1000 mg Comprimidos.
- Figura 263:** A medication card for Paracetamol 1000 mg Comprimidos, showing options to Ometre (Skip) or Confirmar. The "Confirmar" button is highlighted.
- Figura 264:** A confirmation dialog asking "Confirmat: Paracetamol 1000 mg Comprimidos" with options "Desfer" (Undo) and "Entrada única" (Single entry). "Entrada única" is selected.
- Figura 265:** The home screen again, showing the Paracetamol entry now includes the note "Confirmat: Paracetamol 1000 mg Comprimidos" and "tasques completades" (Tasks completed).

Taula 74: Confirmar la medicació a MyTherapy

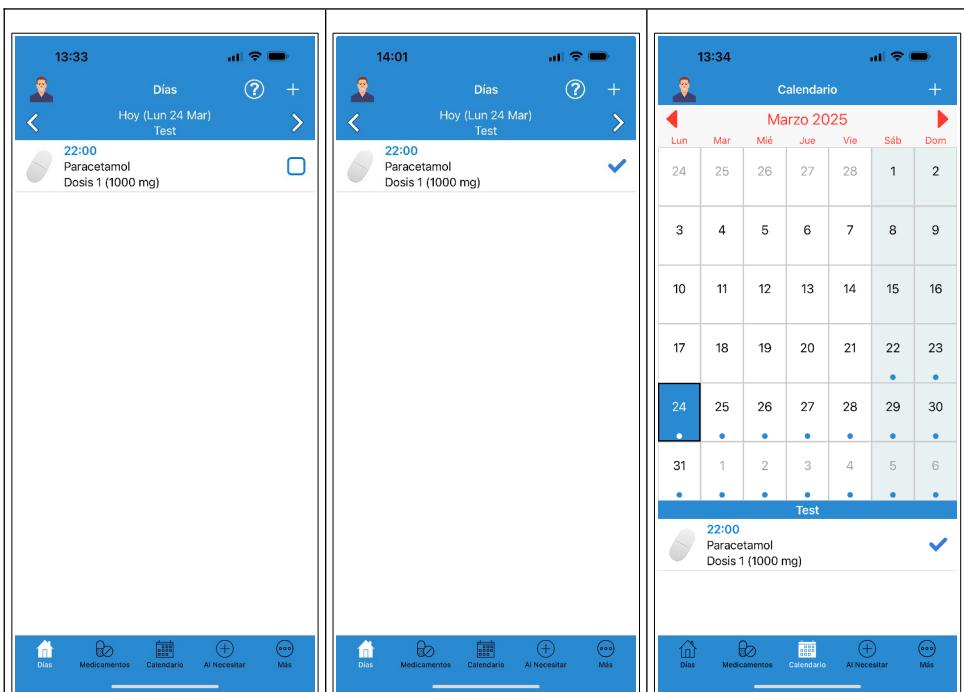


Figura 266: Seleccionar «Días» i marcar la casella del medicament

Figura 267: Un cop s'ha confirmat

Figura 268: Seleccionar «Calendario» per veure l'historial

Taula 75: Confirmar la medicació a «R. de Medicamentos»

Criteri: 2.H - l'usuari rep recordatoris per prendre la medicació



Figura 269: Notificació

Figura 270: Notificació pantalla bloquejada

Taula 76: Recordatori a Medisafe



Figura 271: Notificació



Figura 272: Notificació pantalla bloquejada

Taula 77: Recordatori a MyTherapy



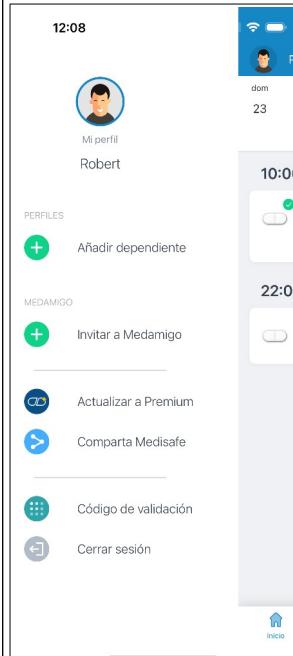
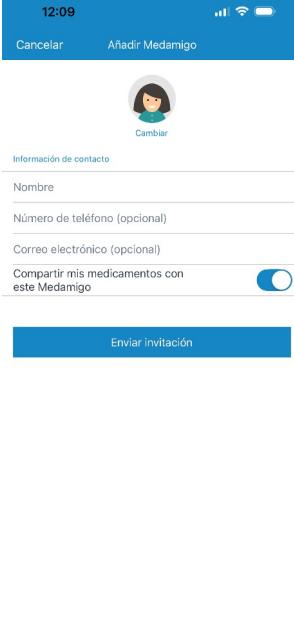
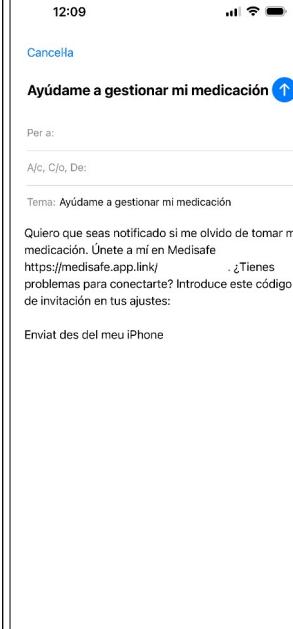
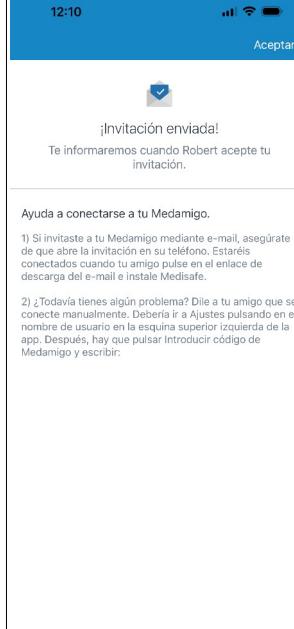
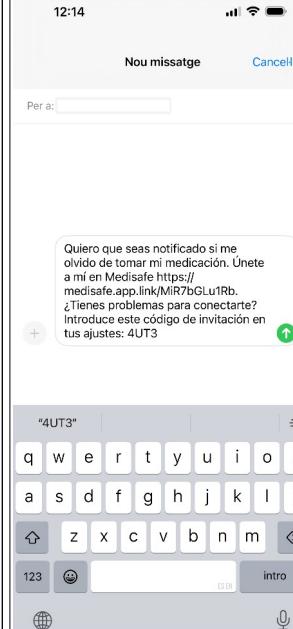
Figura 273: Notificació



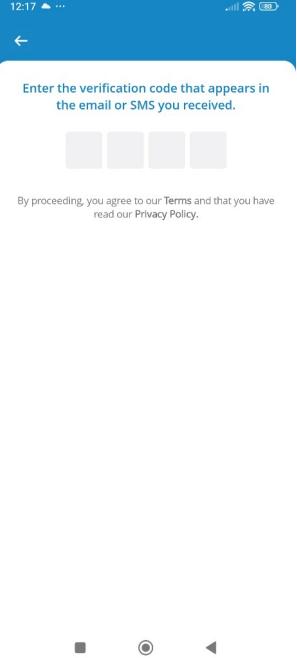
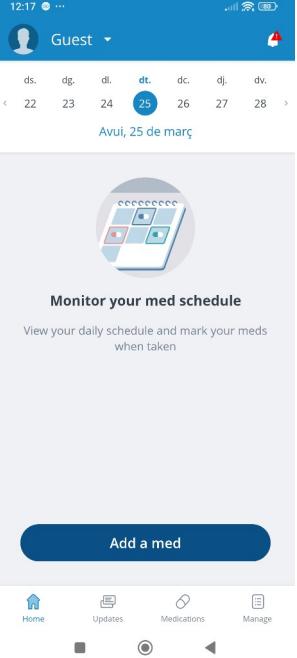
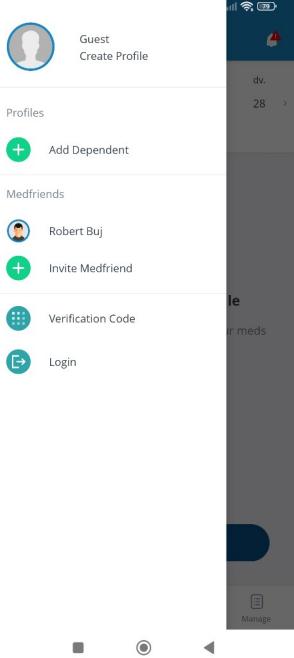
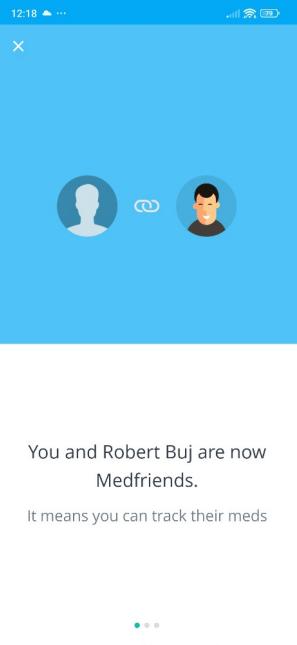
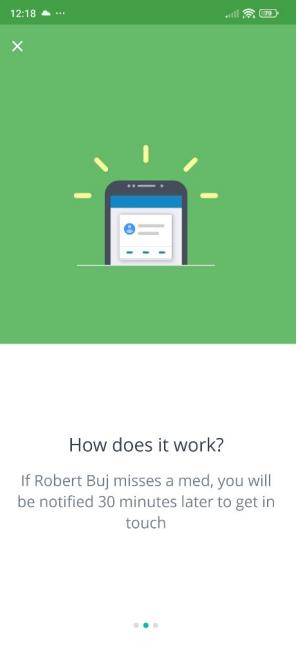
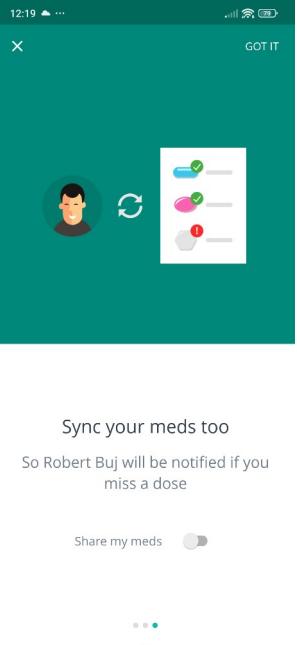
Figura 274: Notificació pantalla bloquejada

Taula 78: Recordatori a «R. de Medicamentos»

Criteri: 3.A - el sistema notifica a altres persones quan l'usuari no pren la mediació

			
<p>Figura 275: Clicar a la icona superior de l'usuari</p>	<p>Figura 276: Clicar a «Invitar a Medamigo»</p>	<p>Figura 277: Clicar a «Invitar a Medamigo»</p>	<p>Figura 278: Clicar a «Añadir manualmente»</p>
			
<p>Figura 279: Emplenar les dades de la persona de contacte</p>	<p>Figura 280: Contingut del missatge si es proporciona només el correu</p>	<p>Figura 281: Missatge un cop enviat.</p>	<p>Figura 282: Missatge SMS d'invitació (si es proporciona el tel. mòbil)</p>

Taula 79: Enviament sol·licitud de vinculació a Medisafe

			
<p><i>Figura 283: Clicar a «Enter it»</i></p>	<p><i>Figura 284: Introduir el codi de 4 lletres rebut al missatge d'invitació</i></p>	<p><i>Figura 285: Clicar a la icona de l'usuari</i></p>	<p><i>Figura 286: Clicar a la persona de contacte</i></p>
 <p>You and Robert Buj are now Medfriends. It means you can track their meds</p>	 <p>How does it work? If Robert Buj misses a med, you will be notified 30 minutes later to get in touch</p>	 <p>Sync your meds too So Robert Buj will be notified if you miss a dose Share my meds <input type="checkbox"/></p>	 <p>Robert Buj Avui, 25 de març 10:00 Paracetamol 1000 mg, Take 1 Pill(s) Taken at 10:09, avui, 25 de març 22:00 Paracetamol 1000 mg, Take 1 Pill(s)</p>
<p><i>Figura 287: Missatge d'informació 1/3</i></p>	<p><i>Figura 288: Missatge d'informació 2/3</i></p>	<p><i>Figura 289: Missatge d'informació 3/3</i></p>	<p><i>Figura 290: Clicar al botó desplegable al costat de l'usuari i seleccionar la persona de contacte</i></p>

Taula 80: Acceptar la sol·licitud de vinculació a Medisafe



Figura 291: Notificació que s'ha enviat una notificació a la persona de contacte

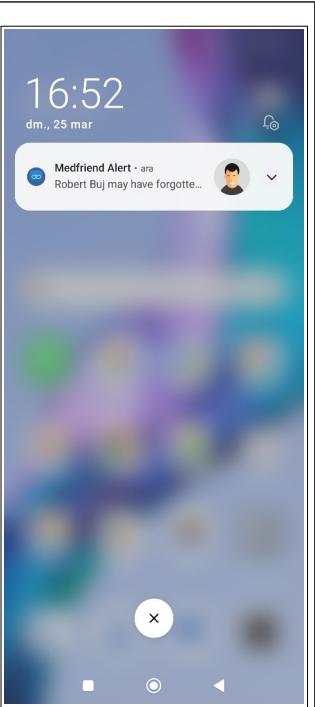


Figura 292: Notificació que rep la persona de contacte

Taula 81: Notificacions enviades a la persona de contacte

G. Programari utilitzat

Nom	Llicència	Ús
Angular	MIT	Framework utilitzat per a desenvolupar el <i>frontend</i>
Angular Material	MIT	Components d'IU d'Angular per al <i>frontend</i>
Angular Schemantics	MIT	Per a trobar errors al codi del <i>frontend</i>
bcrypt	MIT	Per treballar amb el resum de la funció de dispersió (hash) per ocultar el text pla de les contrasenyes dels usuaris.
diagrams.net	Apache 2.0	Diagrama de processos Mapa del lloc web Model ER
Docker	Apache 2.0	Contenidors per a l'entorn de desenvolupament
Eclipse Papyrus RCP	Eclipse Public License	Diagrama cas d'ús
Figma	Programari privatiu	Disseny d'interfícies interactives
Figma plugin: Material Design Icons (Community)	Community Free	Utilitzar les icones de Material Design a Figma
firebase	Apache 2.0	Frontend: rebre els missatges amb FCM.
firebase-admin	Apache 2.0	Backend: enviar missatges amb FCM.
GanttProject	GPL 3.0	Administració del projecte utilitzant el diagrama de Gantt
Gimp	GPL 3.0	Edició d'imatges
Git	GPL 2.0	Gestió distribuïda de control de versions
GitHub	Programari privatiu	Plataforma de desenvolupament
GitHub Desktop	MIT	Per gestionar les consignacions als dipòsits del frontend i del backend.
Google Chrome	Programari privatiu	Navegador web
Google Chrome	MIT	Per seguir l'estat de l'aplicació al navegador web.

Extension: Redux DevTools		
Google Lighthouse	Apache 2.0	Proves del lloc web
Google Meet	Programari privatiu	Videoconferències amb el consultor
HandBrake	GPL 2.0	Compressió del vídeo de la presentació
LibreOffice	Mozilla Public License Version 2.0	Redacció de la memòria i elaboració de la presentació
LibreOffice Extension, WritingTool	LGPL	Correcció gramatical de texts
NgRx Store, Effects, Store-DevTools	MIT	Redux (frontend)
NestJS	MIT	Framework utilitzat per a desenvolupar el <i>backend</i>
Node.js	MIT	Entorn d'execució JavaScript
PostgreSQL	PostgreSQL	Sistema de gestió de bases de dades (SGBD)
Postman	Programari privatiu	Comprovar els <i>endpoints</i> del <i>backend</i>
prettier, prettier-eslint, eslint-config-prettier, eslint-plugin-prettier	MIT	Donar format al codi i comprovar que estigui formatat correctament.
QuickTime Player	Programari privatiu	Per enregistrar l'ús de l'aplicació web.
Taiga	GNU AGPL 3	Panell Kanban
TypeORM	MIT	Object Relational Mapper
Visual Studio Code	MIT	Editor de codi
OBS Studio	GPL 2.0	Per enregistrar la presentació

Taula 82: Programari utilitzat per realitzar el TFM

GNU Free Documentation License

Version 1.3, 3 November 2008

Copyright (C) 2000, 2001, 2002, 2007, 2008 Free Software Foundation, Inc. <https://fsf.org/>

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed.

0. PREAMBLE

The purpose of this License is to make a manual, textbook, or other functional and useful document "free" in the sense of freedom: to assure everyone the effective freedom to copy and redistribute it, with or without modifying it, either commercially or noncommercially. Secondarily, this License preserves for the author and publisher a way to get credit for their work, while not being considered responsible for modifications made by others.

This License is a kind of "copyleft", which means that derivative works of the document must themselves be free in the same sense. It complements the GNU General Public License, which is a copyleft license designed for free software.

We have designed this License in order to use it for manuals for free software, because free software needs free documentation: a free program should come with manuals providing the same freedoms that the software does. But this License is not limited to software manuals; it can be used for any textual work, regardless of subject matter or whether it is published as a printed book. We recommend this License principally for works whose purpose is instruction or reference.

1. APPLICABILITY AND DEFINITIONS

This License applies to any manual or other work, in any medium, that contains a notice placed by the copyright holder saying it can be distributed under the terms of this License. Such a notice grants a world-wide, royalty-free license, unlimited in duration, to use that work under the conditions stated herein. The "Document", below, refers to any such manual or work. Any member of the public is a licensee, and is addressed as "you". You accept the license if you copy, modify or distribute the work in a way requiring permission under copyright law.

A "Modified Version" of the Document means any work containing the Document or a portion of it, either copied verbatim, or with modifications and/or translated into another language.

A "Secondary Section" is a named appendix or a front-matter section of the Document that deals exclusively with the relationship of the publishers or authors of the Document to the Document's overall subject (or to related matters) and contains nothing that could fall directly within that overall subject. (Thus, if the Document is in part a textbook of mathematics, a Secondary Section may not explain any mathematics.) The relationship could be a matter of historical connection with the subject or with related matters, or of legal, commercial, philosophical, ethical or political position regarding them.

The "Invariant Sections" are certain Secondary Sections whose titles are designated, as being those of Invariant Sections, in the notice that says that the Document is released under this License. If a section does not fit the above definition of Secondary then it is not allowed to be designated as Invariant. The Document may contain zero Invariant Sections. If the Document does not identify any Invariant Sections then there are none.

The "Cover Texts" are certain short passages of text that are listed, as Front-Cover Texts or Back-Cover Texts, in the notice that says that the Document is released under this License. A Front-Cover Text may be at most 5 words, and a Back-Cover Text may be at most 25 words.

A "Transparent" copy of the Document means a machine-readable copy, represented in a format whose specification is available to the general public, that is suitable for revising the document straightforwardly with generic text editors or (for images composed of pixels) generic paint programs or (for drawings) some widely available drawing editor, and that is suitable for input to text formatters or for automatic translation to a variety of formats suitable for input to text formatters. A copy made in an otherwise Transparent file format whose markup, or absence of markup, has been arranged to thwart or discourage subsequent modification by readers is not Transparent. An image format is not Transparent if used for any substantial amount of text. A copy that is not "Transparent" is called "Opaque".

Examples of suitable formats for Transparent copies include plain ASCII without markup, Texinfo input format, LaTeX input format, SGML or XML using a publicly available DTD, and standard-conforming simple HTML, PostScript or PDF designed for human modification. Examples of transparent image formats include PNG, XCF and JPG. Opaque formats include proprietary formats that can be read and edited only by proprietary word processors, SGML or XML for which the DTD and/or processing tools are not generally available, and the machine-generated HTML, PostScript or PDF produced by some word processors for output purposes only.

The "Title Page" means, for a printed book, the title page itself, plus such following pages as are needed to hold, legibly, the material this License requires to appear in the title page. For works in formats which do not have any title page as such, "Title Page" means the text near the most prominent appearance of the work's title, preceding the beginning of the body of the text.

The "publisher" means any person or entity that distributes copies of the Document to the public.

A section "Entitled XYZ" means a named subunit of the Document whose title either is precisely XYZ or contains XYZ in parentheses following text that translates XYZ in another language. (Here XYZ stands for a specific section name mentioned below, such as "Acknowledgements", "Dedications", "Endorsements", or "History".) To "Preserve the Title" of such a section when you modify the Document means that it remains a section "Entitled XYZ" according to this definition.

The Document may include Warranty Disclaimers next to the notice which states that this License applies to the Document. These Warranty Disclaimers are considered to be included by reference in this License, but only as regards disclaiming warranties: any other implication that these Warranty Disclaimers may have is void and has no effect on the meaning of this License.

2. VERBATIM COPYING

You may copy and distribute the Document in any medium, either commercially or noncommercially, provided that this License, the copyright notices, and the license notice saying this License applies to the Document are reproduced in all copies, and that you add no other conditions whatsoever to those of this License. You may not use technical measures to obstruct or control the reading or further copying of the copies you make or distribute. However, you may accept compensation in exchange for copies. If you distribute a large enough number of copies you must also follow the conditions in section 3.

You may also lend copies, under the same conditions stated above, and you may publicly display copies.

3. COPYING IN QUANTITY

If you publish printed copies (or copies in media that commonly have printed covers) of the Document, numbering more than 100, and the Document's license notice requires Cover Texts, you must enclose the copies in covers that carry, clearly and legibly, all these Cover Texts: Front-Cover Texts on the front cover, and Back-Cover Texts on the back cover. Both covers must also clearly and legibly identify you as the publisher of these copies. The front cover must present the full title with all words of the title equally prominent and visible. You may add other material on the covers in addition. Copying with changes limited to the covers, as long as they preserve the title of the Document and satisfy these conditions, can be treated as verbatim copying in other respects. If the required texts for either cover are too voluminous to fit legibly, you should put the first ones listed (as many as fit reasonably) on the actual cover, and continue the rest onto adjacent pages.

If you publish or distribute Opaque copies of the Document numbering more than 100, you must either include a machine-readable Transparent copy along with each Opaque copy, or state in or with each Opaque copy a computer-network location from which the general network-using public has access to download using public-standard network protocols a complete Transparent copy of the Document, free of added material. If you use the latter option, you must take reasonably prudent steps, when you begin distribution of Opaque copies in quantity, to ensure that this Transparent copy will remain thus accessible at the stated location until at least one year after the last time you distribute an Opaque copy (directly or through your agents or retailers) of that edition to the public.

It is requested, but not required, that you contact the authors of the Document well before redistributing any large number of copies, to give them a chance to provide you with an updated version of the Document.

4. MODIFICATIONS

You may copy and distribute a Modified Version of the Document under the conditions of sections 2 and 3 above, provided that you release the Modified Version under precisely this License, with the Modified Version filling the role of the Document, thus licensing distribution and modification of the Modified Version to whoever possesses a copy of it. In addition, you must do these things in the Modified Version:

- A. Use in the Title Page (and on the covers, if any) a title distinct from that of the Document, and from those of previous versions (which should, if there were any, be listed in the History section of the Document). You may use the same title as a previous version if the original publisher of that version gives permission.
- B. List on the Title Page, as authors, one or more persons or entities responsible for authorship of the modifications in the Modified Version, together with at least five of the principal authors of the Document (all of its principal authors, if it has fewer than five), unless they release you from this requirement.
- C. State on the Title page the name of the publisher of the Modified Version, as the publisher.
- D. Preserve all the copyright notices of the Document.
- E. Add an appropriate copyright notice for your modifications adjacent to the other copyright notices.

- F. Include, immediately after the copyright notices, a license notice giving the public permission to use the Modified Version under the terms of this License, in the form shown in the Addendum below.
- G. Preserve in that license notice the full lists of Invariant Sections and required Cover Texts given in the Document's license notice.
- H. Include an unaltered copy of this License.
- I. Preserve the section Entitled "History", Preserve its Title, and add to it an item stating at least the title, year, new authors, and publisher of the Modified Version as given on the Title Page. If there is no section Entitled "History" in the Document, create one stating the title, year, authors, and publisher of the Document as given on its Title Page, then add an item describing the Modified Version as stated in the previous sentence.
- J. Preserve the network location, if any, given in the Document for public access to a Transparent copy of the Document, and likewise the network locations given in the Document for previous versions it was based on. These may be placed in the "History" section. You may omit a network location for a work that was published at least four years before the Document itself, or if the original publisher of the version it refers to gives permission.
- K. For any section Entitled "Acknowledgements" or "Dedications", Preserve the Title of the section, and preserve in the section all the substance and tone of each of the contributor acknowledgements and/or dedications given therein.
- L. Preserve all the Invariant Sections of the Document, unaltered in their text and in their titles. Section numbers or the equivalent are not considered part of the section titles.
- M. Delete any section Entitled "Endorsements". Such a section may not be included in the Modified Version.
- N. Do not retitle any existing section to be Entitled "Endorsements" or to conflict in title with any Invariant Section.
- O. Preserve any Warranty Disclaimers.

If the Modified Version includes new front-matter sections or appendices that qualify as Secondary Sections and contain no material copied from the Document, you may at your option designate some or all of these sections as invariant. To do this, add their titles to the list of Invariant Sections in the Modified Version's license notice. These titles must be distinct from any other section titles. You may add a section Entitled "Endorsements", provided it contains nothing but endorsements of your Modified Version by various parties—for example, statements of peer review or that the text has been approved by an organization as the authoritative definition of a standard.

You may add a passage of up to five words as a Front-Cover Text, and a passage of up to 25 words as a Back-Cover Text, to the end of the list of Cover Texts in the Modified Version. Only one passage of Front-Cover Text and one of Back-Cover Text may be added by (or through arrangements made by) any one entity. If the Document already includes a cover text for the same cover, previously added by you or by arrangement made by the same entity you are acting on behalf of, you may not add another; but you may replace the old one, on explicit permission from the previous publisher that added the old one.

The author(s) and publisher(s) of the Document do not by this License give permission to use their names for publicity for or to assert or imply endorsement of any Modified Version.

5. COMBINING DOCUMENTS

You may combine the Document with other documents released under this License, under the terms defined in section 4 above for modified versions, provided that you include in the combination all of the Invariant Sections of all of the original documents, unmodified, and list them all as Invariant Sections of your combined work in its license notice, and that you preserve all their Warranty Disclaimers.

The combined work need only contain one copy of this License, and multiple identical Invariant Sections may be replaced with a single copy. If there are multiple Invariant Sections with the same name but different contents, make the title of each such section unique by adding at the end of it, in parentheses, the name of the original author or publisher of that section if known, or else a unique number. Make the same adjustment to the section titles in the list of Invariant Sections in the license notice of the combined work.

In the combination, you must combine any sections Entitled "History" in the various original documents, forming one section Entitled "History"; likewise combine any sections Entitled "Acknowledgements", and any sections Entitled "Dedications". You must delete all sections Entitled "Endorsements".

6. COLLECTIONS OF DOCUMENTS

You may make a collection consisting of the Document and other documents released under this License, and replace the individual copies of this License in the various documents with a single copy that is included in the collection, provided that you follow the rules of this License for verbatim copying of each of the documents in all other respects.

You may extract a single document from such a collection, and distribute it individually under this License, provided you insert a copy of this License into the extracted document, and follow this License in all other respects regarding verbatim copying of that document.

7. AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS

A compilation of the Document or its derivatives with other separate and independent documents or works, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an "aggregate" if the copyright resulting from the compilation is not used to limit the legal rights of the compilation's users beyond what the individual works permit. When the Document is included in an aggregate, this License does not apply to the other works in the aggregate which are not themselves derivative works of the Document.

If the Cover Text requirement of section 3 is applicable to these copies of the Document, then if the Document is less than one half of the entire aggregate, the Document's Cover Texts may be placed on covers that bracket the Document within the aggregate, or the electronic equivalent of covers if the Document is in electronic form. Otherwise they must appear on printed covers that bracket the whole aggregate.

8. TRANSLATION

Translation is considered a kind of modification, so you may distribute translations of the Document under the terms of section 4. Replacing Invariant Sections with translations requires special permission from their copyright holders, but you may include translations of some or all Invariant Sections in addition to the original versions of these Invariant Sections. You may include a translation of this License, and all the license notices in the Document, and any Warranty

Disclaimers, provided that you also include the original English version of this License and the original versions of those notices and disclaimers. In case of a disagreement between the translation and the original version of this License or a notice or disclaimer, the original version will prevail. If a section in the Document is Entitled "Acknowledgements", "Dedications", or "History", the requirement (section 4) to Preserve its Title (section 1) will typically require changing the actual title.

9. TERMINATION

You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Document except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to copy, modify, sublicense, or distribute it is void, and will automatically terminate your rights under this License.

However, if you cease all violation of this License, then your license from a particular copyright holder is reinstated (a) provisionally, unless and until the copyright holder explicitly and finally terminates your license, and (b) permanently, if the copyright holder fails to notify you of the violation by some reasonable means prior to 60 days after the cessation.

Moreover, your license from a particular copyright holder is reinstated permanently if the copyright holder notifies you of the violation by some reasonable means, this is the first time you have received notice of violation of this License (for any work) from that copyright holder, and you cure the violation prior to 30 days after your receipt of the notice.

Termination of your rights under this section does not terminate the licenses of parties who have received copies or rights from you under this License. If your rights have been terminated and not permanently reinstated, receipt of a copy of some or all of the same material does not give you any rights to use it.

10. FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE

The Free Software Foundation may publish new, revised versions of the GNU Free Documentation License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns. See <https://www.gnu.org/licenses/>. Each version of the License is given a distinguishing version number. If the Document specifies that a particular numbered version of this License "or any later version" applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that specified version or of any later version that has been published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document specifies that a proxy can decide which future versions of this License can be used, that proxy's public statement of acceptance of a version permanently authorizes you to choose that version for the Document.

11. RELICENSING

"Massive Multiauthor Collaboration Site" (or "MMC Site") means any World Wide Web server that publishes copyrightable works and also provides prominent facilities for anybody to edit those works. A public wiki that anybody can edit is an example of such a server. A "Massive Multiauthor Collaboration" (or "MMC") contained in the site means any set of copyrightable works thus published on the MMC site.

"CC-BY-SA" means the Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 license published by Creative Commons Corporation, a not-for-profit corporation with a principal place of business in

San Francisco, California, as well as future copyleft versions of that license published by that same organization.

"Incorporate" means to publish or republish a Document, in whole or in part, as part of another Document.

An MMC is "eligible for relicensing" if it is licensed under this License, and if all works that were first published under this License somewhere other than this MMC, and subsequently incorporated in whole or in part into the MMC, (1) had no cover texts or invariant sections, and (2) were thus incorporated prior to November 1, 2008.

The operator of an MMC Site may republish an MMC contained in the site under CC-BY-SA on the same site at any time before August 1, 2009, provided the MMC is eligible for relicensing.

ADDENDUM: How to use this License for your documents

To use this License in a document you have written, include a copy of the License in the document and put the following copyright and license notices just after the title page:

Copyright (C) YEAR YOUR NAME.

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".

If you have Invariant Sections, Front-Cover Texts and Back-Cover Texts, replace the "with ... Texts." line with this:

with the Invariant Sections being LIST THEIR TITLES, with the Front-Cover Texts being LIST, and with the Back-Cover Texts being LIST.

If you have Invariant Sections without Cover Texts, or some other combination of the three, merge those two alternatives to suit the situation.

If your document contains nontrivial examples of program code, we recommend releasing these examples in parallel under your choice of free software license, such as the GNU General Public License, to permit their use in free software.