



Universidad de Valladolid



**PROGRAMA DE DOCTORADO EN INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS
DE LA SALUD**

TESIS DOCTORAL :

**DESARROLLO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE AYUDA A
LA DECISIÓN MÉDICA PARA EL DIAGNÓSTICO,
TRATAMIENTO Y SEGUIMIENTO DE LAS ÚLCERAS DE
ETIOLOGÍA VASCULAR**

Presentada por Javier Rodríguez Padilla para optar al
grado de
Doctor por la Universidad de Valladolid

Dirigida por:
Lourdes Del Río Solá
Isabel de la Torre Díez
Guillermo Moñux Ducajú

RESUMEN

El uso de aplicaciones móviles para la gestión de la vida cotidiana es una realidad, con un importante incremento de su uso en los últimos años, no solo en la población adulta, sino en población que no ha crecido con esta tecnología. Este aumento no solo se produce en el ámbito personal, sino que en muchos ámbitos profesionales la aplicación de esta tecnología está en auge. La innovación tecnológica en el sector sanitario, tiene como objetivo mejorar la eficiencia y eficacia del sistema sanitario, tanto público como privado, aplicada tanto en gestión mediante la utilización de registros electrónicos de historiales clínicos y gestión de citas médicas, como en la práctica clínica diaria mejorando tanto los procesos diagnósticos como en la aplicación de tratamientos y seguimientos de pacientes. Estos últimos cada vez son más demandados, sobretudo en atención primaria (AP), donde el usuario podrá sustentar sus diagnósticos y tratamientos en base a aplicaciones móviles dedicadas a ciertas patologías, pudiendo evitar derivaciones a la atención especializada. Esto puede suponer beneficios directos para el paciente, en cuanto a diagnósticos más precoces y tratamientos optimizados ahorrando tiempos largos de espera para que pueda ser valorado por un especialista determinado.

La Angiología y Cirugía Vascular (ACV) es una especialidad con un abordaje residual en las universidades, por lo que el conocimiento por médicos no dedicados al grupo de patologías que engloba dicha especialidad, y más concretamente en el diagnóstico y manejo de úlceras en extremidades inferiores, es muy escaso. Además, son patologías muy prevalentes, con tasas bajas de cicatrización y muy recurrentes. Todo ello supone un impacto a nivel personal y familiar y un consumo muy importante de recursos a los Sistemas Públicos de Salud.

Este trabajo tiene como objeto, el desarrollo y diseño objetivo de una aplicación móvil, denominada UlcerAPP, para el sistema operativo Android e iOS. La finalidad de esta aplicación es ayudar en el diagnóstico, tratamiento y seguimiento de paciente con úlceras de etiología vascular, además de ofrecer a los usuarios contenido educativo sobre estas patologías. Para ello se estudiará el estado del arte en cuanto a la literatura y aplicaciones móviles comerciales que dispongan de sistemas de ayuda en la toma de decisiones médicas en el campo de la Angiología y Cirugía Vascular, y se tendrán en cuenta las valoraciones de la calidad de experiencia por parte de médicos no especialistas, médicos de Atención Primaria (AP), Especialistas en Angiología y Cirugía Vascular, personal de enfermería tanto de atención primaria como de atención hospitalaria y estudiantes de medicina y enfermería que hayan probado la aplicación en cualquiera de los sistemas operativos en los que se ha desarrollado.

Palabras clave: Úlceras vasculares, Telemedicina, e-Salud, Sistema de ayuda a la decisión, Android, iOS, App.

ABSTRACT

Decision support systems (DSS) are computer systems that use computer devices or smartphones, facilitating the diagnosis and properly treatment of multiple pathologies, transforming health care into a dynamic, preventive and precision system. Vascular ulcers represent an important health problem, with a great consumption of resources. Digital transformation can improve the quality of diagnoses, treatments and patient follow-up, and therefore improve the effectiveness and efficiency of healthcare. This paper aims to develop UlcerApp, a totally new mobile DSS for vascular ulcers management, which facilitates the diagnosis, treatment and monitoring of ulcers of vascular etiology, in the primary health care.

FOR achieving the main purpose of this research work, a decision algorithm will be developed and implemented by an Android (Android Studio- JAVA) and iOS (XCode- Swift) mobile applications.

The App developed which implements the algorithms UlcerApp is capable of diagnose 6 kind of vascular ulcers: neuropathic, ischemic, neuroischemic, venous ulcer, mixed ulcer and hypertensive or Martorell ulcer. Ulcer- APP is a visual and intuitive application that will guide the user to correct diagnosis. After them, users will be able to access the specific treatment. It will include follow-up recommendations as well as referral criteria.

UlcerAPP is a project developed to improve the clinical management of vascular ulcers in the primary health care, enhance knowledge of vascular pathology and treatment of ulcers of said etiology.

Keywords: Vascular ulcers. Telemedicine. m-Health. Decision support system. Android. iOS. Application.

AGRADECIMIENTOS

Estas líneas están dedicadas a los principales actores de este trabajo, quienes han desempeñado un papel crucial para este proyecto pudiera ser posible.

A la Dra. Lourdes del Río, por tu ayuda a lo largo de todo este camino. Tu disposición para responder a todas mis dudas, tu orientación precisa y apoyo incondicional (a pesar de la distancia y las dificultades). Aunque al inicio de este proyecto apenas nos conocíamos, me trataste desde el primer día como si formara parte de tu equipo. Amable y cercana. Tu capacidad de trabajo es admirable, siempre dispuesta a ayudar, con una dedicación absoluta. Eres un ejemplo de profesionalidad y por ello tienes el respeto y la admiración de todos los que te rodean. Gracias Lourdes, por tu dedicación y por hacer que este trabajo llegara a buen puerto.

A la Dra. Isabel De la Torre, quien fue la impulsora inicial de este proyecto y mostró una dedicación admirable desde el primer momento. Tu compromiso, disponibilidad y atención durante las etapas iniciales de este trabajo marcaron la dirección y el ritmo necesarios para lograr este objetivo. Proporcionaste todos los medios que estaban a tu alcance. Tu aportación en la parte tecnológica ha sido fundamental, guiándome en un área tan esencial para este trabajo. Siempre has estado para escucharme, aclarar dudas y ofrecerme soluciones. Gracias por creer (confiar) en mí.

Al Dr. Guillermo Moñux, a quien le debo gran parte de mi crecimiento personal y profesional. Guillermo, eres la persona que más me ha hecho crecer en estos últimos años. Desde que me incorporaste a tu equipo, me brindaste todo tu apoyo y una confianza incondicional que no solo me permitió desarrollarme, sino también creer en mis propias capacidades. Me siento parte de vosotros y espero estar siendo capaz de transmitirte la ilusión y el entusiasmo que tengo por todo ello. Gracias Guillermo, no tengo palabras suficientes para agradecerte todo lo que has hecho por mí, por haberme dado toda la confianza y por inspirarme a ser mejor cada día.

A mi familia, la base de todos mis éxitos y mi mayor fuente de alegría y sustento. A mi mujer, Teresa, mi compañera de vida, mi apoyo incondicional y el pilar que sostiene cada uno de mis días. Juntos hemos construido algo único: una familia que nos llena de energía, que nos da fuerzas para superar cualquier adversidad y que da sentido a todo lo que hacemos. A mis hijos, Daniel y Mateo, las mayores alegrías de mi vida, mi tesoro más preciado y mi mejor proyecto. Ustedes le dan sentido a todo lo que hago. Los amo con todo mi corazón. Este triunfo y todos los que vendrán siempre serán para ustedes.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Motivación.....	31
1.2. E-Health, m-Health y aplicaciones móviles.....	33
1.3. Objetivos.....	36
1.4. Visión del proyecto.....	37
1.4.1. Aspectos innovadores.....	37
1.4.2. Aplicación comercial.....	37
1.4.3. Materialización del prototipo y recursos necesarios.....	37
1.4.4. Protección y comercialización de los resultados.....	38

CAPÍTULO 2. ÚLCERAS DE ETIOLOGÍA VASCULAR

2.1. Introducción.....	42
2.2. Úlceras venosas o flebostáticas	
2.2.1. Anamnesis.....	43
2.2.2. Clínica.....	44
2.2.3. Diagnóstico.....	44
2.2.4. Tratamiento.....	44
2.2.4.1. Medidas higiénico-dietéticas.....	45
2.2.4.2. Tratamiento farmacológico.....	45
2.2.4.3. Terapia compresiva.....	46
2.2.4.4. Cura local.....	46
2.2.4.5. Tratamiento Quirúrgico.....	46
2.2.4.6. Prevención de la recidiva.....	47
2.3. Úlcera Mixta (venosa con componente isquémico)	
2.4. Úlcera arterial o isquémica	
2.4.1. Anamnesis.....	48
2.4.1.1. Clasificación de Fontaine.....	48
2.4.1.2. Clasificación de Rutherford.....	49
2.4.2. Clínica.....	49
2.4.3. Exploración física.....	49
2.4.4. Diagnóstico.....	50
2.4.5. Tratamiento.....	50
2.4.6. Prevención de la recidiva.....	50

2.5. Úlceras neuropáticas/Neuroisquémicas/ Síndrome del Pie Diabético	
2.5.1. Fisiopatología.....	51
2.5.2. Anamnesis.....	53
2.5.3. . Exploración física.....	53
2.5.4. Exploraciones complementarias.....	54
2.5.5. Tratamiento.....	55
2.6. Úlcera Hipertensiva o de Martorell	
2.6.1. Clínica.....	55
2.6.2. Exploración física.....	55
2.6.3. Pruebas complementarias.....	55
2.6.4. Tratamiento.....	56
CAPÍTULO 3: ESTADO DEL ARTE DE LOS SADM EN PATOLOGIA CARDIOVASCULAR	
3.1. Introducción.....	58
3.2. Metodología para la búsqueda de información.....	58
3.2.1. Metodología para la revisión literaria.....	58
3.2.2. Metodología para búsqueda de Aplicaciones comerciales.....	59
3.3. Revisión de la literatura.....	59
3.3.1. Publicaciones sobre patología cardiovascular.....	60
3.2.2. Apps comerciales.....	80
3.3.2.1. Guia UPP	84
3.3.2.2. Pressure Ulcer Measure.....	82
3.3.2.3. BCG PressureUlcer Guide.....	82
3.3.2.4. MyrealNurse.....	83
3.3.2.5. MpDS Wounds.....	84
3.3.2.6. Pedis Score.....	85
3.3.2.7. Wounds Care MI Visual.....	85
3.3.2.8. Smart UPP.....	86
3.3.2.9. Vohra Aplicación.....	87
3.3.2.10. QxAApp.....	88
3.3.2.11. My Vascular Access.....	88
3.3.2.12. Vasculink.....	89
3.4. Conclusiones.....	90

CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA

4.1. Apple e iOS.....	94
4.1.1. Programación en iOS. Xcode.....	94
4.1.2. Lenguaje de programación. Swift.....	95
4.1.3. Tienda Virtual.....	95
4.1.4. Dispositivos.....	96
4.1.5. Desarrollo de la aplicación.....	96
4.2. Android.....	97
4.2.1. Programación en Android. Android Studio.....	97
4.2.2. Lenguaje de programación.....	98
4.2.3. Tienda Virtual.....	99
4.2.4. Dispositivos.....	99
4.2.5. Desarrollo de la aplicación.....	100
4.3. Requisitos funcionales.....	101
4.4. Aspecto general de la aplicación.....	102
4.5. Sistemas de ayuda a la decisión médica (SADM).....	103
4.5.1. Diagnóstico.....	103
4.5.2. Tratamiento.....	111
4.5.2. Úlcera neuropática. Tratamiento.....	111
4.5.3. Úlcera neuroisquémica. Tratamiento.....	114
4.5.4. Úlcera isquémica. Tratamiento.....	117
4.5.5. Úlcera flebostática o venosa. Tratamiento.....	118
4.5.6. Úlcera Mixta. Tratamiento.....	119
4.5.7. Úlcera Hipertensiva o de Martorell. Tratamiento.....	120

CAPÍTULO 5. RESULTADOS

5.1. UlcerAPP.....	124
5.1.1. UlcerAPP. Diagnósticos.....	129
5.1.2. UlcerAPP. Tratamientos.....	140
5.1.2.1. Úlcera neuropática.....	144
5.1.2.2. Úlcera neuroisquémica.....	147
5.1.2.3. Úlcera arterial o isquémica.....	148
5.1.2.4. Úlcera Flebostática o venosa.....	148
5.1.2.5. Úlcera Mixta.....	151

5.1.2.6 Úlcera Hipertensiva o de Martorell.....	152
5.2. Evaluación de la aplicación en iOS	
5.2.1. Estadísticas generales de UlcerAPP. iOS.....	150
5.2.2. Evaluación QoE de la aplicación UlcerAPP. iOS.....	152
5.2.2.1. Evaluación QoE UlcerAPP iOS: Análisis por preguntas.....	156
5.2.3. Evaluación QoE UlcerAPP iOS. Análisis por subgrupos.....	167
5.2.3.1 Médicos no especialistas en Angiología y Cirugía Vascular.....	171
5.2.3.2 Médicos de Atención Primaria.....	179
5.2.3.3 Enfermería Hospitalaria.....	186
5.2.3.4 Enfermería de Atención Primaria	191
5.3. Evaluación de la aplicación en Android	
5.3.1. Estadísticas generales de UlcerAPP. Android.....	196
5.3.2. Evaluación QoE de la aplicación UlcerAPP. Android.....	197
5.3.2.1. Evaluación QoE UlcerAPP Android: Análisis por preguntas.....	199
5.3.3. Evaluación QoE UlcerAPP Android. Análisis por subgrupos.....	209
5.3.3.1 Médicos no especialistas en Angiología y Cirugía Vascular.....	210
5.3.3.2 Médicos de Atención Primaria.....	219
5.3.3.3 Enfermería Atención Primaria.....	224
5.3.3.4 Enfermería Hospitalaria.....	234
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES	
6.1. Conclusiones generales.....	237
6.2. Conclusiones sobre el desarrollo e implantación de UlcerAPP.....	243
CAPÍTULO 7: LÍNEAS FUTURAS	
7.1. Líneas futuras.....	243
7.1.1. Nivel funcional.....	243
7.1.2. Nivel técnico.....	244
BIBLIOGRAFÍA	
Bibliografía.....	252
ANEXO I: PANTALLAS ULCERAPP VERSIÓN ANDROID	
ANEXO I. IA. PANTALLAS ULCERAPP ANDROID. DIAGNÓSTICO.....	262
ANEXO I. IB. PANTALLAS ULCERAPP ANDROID. TRATAMIENTOS.....	268
ANEXO II: REVISTAS INDEXADAS EN Y COMUNICACIONES EN CONGRESOS	
Revistas indexadas en JCR.....	276

Conferencias internacionales.....271

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Pantallas de la aplicación “Guia UPP”.....	85
Imagen 2. Pantallas de la aplicación “Pressure Ulcer Measure.....	85
Imagen 3. Pantallas de la aplicación “BCG Pressure Ulcer Guide”.....	86
Imagen 4. Pantallas de la aplicación “MyrealNurse”.....	87
Imagen 5. Pantallas de la aplicación “MpDS Wounds”.....	88
Imagen 6. Pantallas de la aplicación “Pedis Score”.....	88
Imagen 7. Pantallas de la aplicación “Wounds Care Mi Visual”.....	89
Imagen 8. Pantallas de la aplicación “Smart UPP”.....	90
Imagen 9. Pantallas de la aplicación “Vohra Aplicacion”.....	91
Imagen 10. Pantallas de la aplicación “QxAApp”.....	91
Imagen 11. Pantallas de la aplicación “My Vascular Access”.....	92
Imagen 12. Pantallas de la aplicación “Vasculink”.....	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Especialidades en telemedicina. Informe SEIS.....	36
Figura 2. Clasificación seguida para la consulta en Pubmed.....	63
Figura 3. Distribución de los artículos en función del año de publicación	75
Figura 4. Distribución de los artículos en función de la subespecialidad.....	75
Figura 5. Tabla de variables analizadas.....	76
Figura 6. Resultados del paciente ejemplo.....	77
Figura 7. Representación de la interfaz de usuario.....	78
Figura 8. Panel de control de la aplicación Nefdag.....	81
Figura 9. Representación esquemática del software.....	81
Figura 10. Indicaciones del dispositivo en respuesta a la señal de la fístula en diversas etapas.....	82
Figura 11. Aplicación para el cálculo de corta estancia tras EVAR.....	83
Figura 12. Diagrama de flujo de inicio del sistema.....	107
Figura 13. Diagrama de flujo de la opción “PIE”.....	109
Figura 14. Diagrama de flujo de la opción “PIE + pulsos en el pie “SI”.....	110
Figura 15. Diagrama de flujo de la opción “PIE” + “pulsos en el pie “NO”.....	111
Figura 16. Diagrama de flujo de la opción “PIERNA + “Perimaleolar interna”.....	112
Figura 17. Diagrama de flujo de la opción “PIERNA + “Supramaleolar externa”.....	113
Figura 18. Diagrama de flujo del tratamiento de la úlcera neuropática.....	115
Figura 19. Diagrama de flujo del tratamiento de la úlcera neuroisquémica.....	118
Figura 20. Diagrama de flujo del tratamiento de la úlcera isquémica.....	120
Figura 21. Diagrama de flujo del tratamiento de la úlcera flebostática o venosa.....	121
Figura 22. Diagrama de flujo del tratamiento de la úlcera mixta.....	123

Figura 23. Diagrama de flujo del tratamiento de la úlcera hipertensiva o de Martorell.....	124
Figura 24. Icono de UlcerAPP.....	127
Figura 25. Pantalla inicial informativa de UlcerAPP. iOS.....	128
Figura 26. Pantalla principal UlcerAPP. iOS.....	129
Figura 27. Pantalla inicial del diagnóstico. iOS.....	130
Figura 28. Pantalla exploración de pulsos. iOS.....	131
Figura 29. Pantalla signos de polineuropatía. iOS.....	132
Figura 30. Pantalla signos de úlcera isquémica. iOS.....	133
Figura 31. Pantalla ejemplo. iOS.....	133
Figura 32. Pantallas de diagnóstico úlceras localizadas en el PIE.....	134
Figura 33. Pantallas de diagnóstico “no cumple criterios de etiología vascular”. iOS.....	135
Figura 34. Pantallas de la localización de la úlcera en la pierna. iOS.....	136
Figura 35. Pantallas del diagnóstico úlcera con localización supramaleolar externa. iOS.....	137
Figura 36. Pantallas del diagnóstico úlcera flebostática o mixta. iOS.....	138
Figura 37. Pantallas del diagnóstico úlcera hipertensiva o de Martorell. iOS.....	139
Figura 38. Pantalla principal de Tratamientos. iOS.....	141
Figura 39.1. Pantalla inicial de Tratamientos úlceras en pie. iOS.....	141
Figura 39.2. Pantalla inicial de Tratamientos úlceras en pierna. iOS.....	142
Figura 40. Tratamiento úlcera isquémica o arterial. iOS.....	142
Figura 41. Pantalla signos de infección con criterios de gravedad úlcera neuropática. iOS.....	143
Figura 42. Pantalla signos de infección sin criterios de gravedad. iOS.....	144
Figura 43. Pantalla de tratamiento de úlcera neuropática en algoritmo de infección. iOS.....	145
Figura 44. Pantalla de tratamiento de úlcera neuropática con mas recomendaciones. iOS.....	146

Figura 45. Pantalla opción cicatrización completa. iOS.....	146
Figura 46. Pantalla tratamiento úlcera neuroisquémica ITB>0,8. iOS.....	147
Figura 47. Pantalla tratamiento de úlcera neuroisquémica sin doppler. iOS.....	148
Figura 48. Pantalla tratamiento de úlcera flebostática o venosa. iOS.....	149
Figura 49.1. Pantalla principal fármacos venoactivos. iOS.....	149
Figura 49.2. Pantalla tipos de fármacos venoactivos. iOS.....	150
Figura 50. Pantalla tratamiento úlcera flebostática no hay reducción en 4-6 semanas. iOS.....	150
Figura 51. Pantalla tratamiento úlcera mixta selección ITB. iOS.....	151
Figura 52. Pantalla tratamiento úlceras mixtas ITB<0,8. iOS.....	152
Figura 53. Pantalla tratamiento úlcera hipertensiva o de Martorell. iOS.....	153
Figura 54. Número de descargas de UlcerAPP. iOS.....	154
Figura 55. Clasificación descargas según los países UlcerAPP. iOS.....	155
Figura 56. Profesión de los usuarios de UlcerAPP. iOS.....	156
Figura 57. Resultados pregunta 1. iOS: ¿La aplicación hace la función esperada?.....	159
Figura 58. Resultados pregunta 2. iOS: ¿Puede hacer lo mismo sin la aplicación?.....	159
Figura 59. Resultados pregunta 3. iOS: ¿Puede identificar con esta aplicación problemas de salud?.....	160
Figura 60. Resultados pregunta 4. iOS: ¿Su calidad de vida ha mejorado con el uso de esta aplicación?.....	160
Figura 61. Resultados pregunta 5. iOS: ¿Hay algún contenido de la misma que ha encontrado realmente útil?.....	161
Figura 62. Resultados pregunta 6. iOS: ¿Cree que falta algún contenido?.....	161

Figura 63. Resultados pregunta 7. iOS: ¿Hay algún contenido de la misma realmente útil?.....	164
Figura 64. Resultados pregunta 8. iOS: ¿Ha encontrado lo que necesitaba?.....	164
Figura 65. Resultados pregunta 9. iOS: ¿Cree que el método tradicional utilizado hasta ahora es más difícil o no existe?.....	165
Figura 66. Resultados pregunta 10. iOS: ¿La aplicación es útil para el seguimiento de la evolución de la enfermedad?.....	166
Figura 67. Resultados pregunta 11. iOS: ¿Tiene la garantía de utilizar la aplicación en cualquier momento y cualquier lugar?.....	167
Figura 68. Resultados pregunta 12. iOS: ¿Cree que podría tener un rendimiento más optimizado?.....	167
Figura 69. Resultado pregunta 13. iOS: ¿Ha encontrado algún error mientras utilizaba la aplicación?.....	168
Figura 70. Resultado pregunta 14. iOS: ¿Encuentra adecuada la apariencia de esta aplicación?....	169
Figura 71. Resultado pregunta 15. iOS: ¿Cree que el método de diagnóstico de esta aplicación es, en general, preciso?.....	170
Figura 72. Resultados pregunta 1. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. iOS: ¿La aplicación hace la función esperada?.....	172
Figura 73. Resultados pregunta 2. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. iOS: ¿Puede hacer lo mismo sin la aplicación?.....	173
Figura 74. Resultados pregunta 3. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. iOS: ¿Opina que la información contenida es fiable?.....	173

Figura 75. Resultados pregunta 4. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. iOS: ¿Puede identificar con esta aplicación problemas de salud?.....	174
Figura 76. Resultados pregunta 5. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. iOS: ¿Su calidad de vida ha mejorado con el uso de esta aplicación?.....	174
Figura 77. Resultados pregunta 6. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. iOS: ¿Hay algún contenido de la misma que ha encontrado realmente útil?.....	175
Figura 78. Resultados pregunta 7. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. iOS: ¿Cree que falta algún contenido?.....	175
Figura 79. Resultados pregunta 8. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. iOS: ¿Ha encontrado lo que necesitaba?.....	176
Figura 80. Resultados pregunta 9. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. iOS: ¿Cree que el método tradicional utilizado hasta ahora es más difícil o no existe?.....	176
Figura 81. Resultados pregunta 10. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. iOS: ¿La aplicación es útil para el seguimiento de la evolución de la enfermedad?.....	177
Figura 82. Resultados pregunta 11. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. iOS: ¿Tiene la garantía de utilizar la aplicación en cualquier momento y cualquier lugar?.....	177
Figura 83. Resultados pregunta 12. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. iOS: ¿Cree que podría tener un rendimiento más optimizado?.....	178
Figura 84. Resultados pregunta 13. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. iOS: ¿Ha encontrado algún error mientras utilizaba la aplicación?.....	178
Figura 85. Resultados pregunta 14. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. iOS: ¿Encuentra adecuada la apariencia de esta aplicación?.....	179

Figura 86. Resultados pregunta 15. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. iOS: ¿Cree que el método de diagnóstico de esta aplicación es, en general, preciso?.....	179
Figura 87. Resultados pregunta 3. Subgrupo médicos de AP. iOS: ¿Cree que la información contenida es fiable?, pregunta 4: ¿Puede identificar con esta aplicación problemas de salud?, Pregunta 6: ¿Hay algún contenido de la misma que ha encontrado realmente útil?, pregunta 10: ¿La aplicación es útil para el seguimiento de la evolución de la enfermedad?, Pregunta 11. ¿Tiene la garantía de utilizar la aplicación en cualquier momento y cualquier lugar?.....	181
Figura 88. Resultados pregunta 5. Subgrupo médicos de AP. iOS: ¿La aplicación hace la función esperada?.....	182
Figura 89. Resultados pregunta 3. Subgrupo médicos de AP. iOS: ¿Puede hacer lo mismo sin la aplicación?.....	182
Figura 90. Resultados pregunta 5. Subgrupo médicos de AP. iOS: ¿Su calidad de vida ha mejorado con el uso de la aplicación?.....	183
Figura 91. Resultados pregunta 7. Subgrupo médicos de AP. iOS: ¿Ha encontrado los que necesitaba?.....	183
Figura 92. Resultados pregunta 8. Subgrupo médicos de AP. iOS: ¿Cree que falta algún contenido?.....	184
Figura 93. Resultados pregunta 9. Subgrupo médicos de AP. iOS: ¿Cree que el método tradicional utilizado hasta ahora es más difícil o no existe?.....	184
Figura 94. Resultados pregunta 12. Subgrupo médicos de AP. iOS: ¿Cree que podría tener un rendimiento más optimizado?.....	185

Figura 95. Resultados pregunta 14. Subgrupo médicos de AP. iOS: ¿Encuentra adecuada la apariencia de esta aplicación?.....	185
Figura 96. Resultados pregunta 15. Subgrupo médicos de AP. iOS: ¿Cree que el método diagnóstico de esta aplicación, es en general, preciso.....	186
Figura 97. Resultados pregunta 1. Subgrupo enfermería hospitalaria. iOS: ¿La aplicación hace la función esperada?.....	188
Figura 98. Resultados pregunta 5. Subgrupo enfermería hospitalaria:. iOS ¿Su calidad de vida ha mejorado con el uso de esta aplicación?.....	188
Figura 99. Resultados pregunta 3. Subgrupo enfermería hospitalaria. iOS: ¿Opina que la información contenida es fiable?.....	189
Figura 100. Resultados pregunta 8. Subgrupo enfermería hospitalaria. iOS: ¿Ha encontrado lo que necesitaba?.....	189
Figura 101. Resultados pregunta 9. Subgrupo enfermería hospitalaria. iOS: ¿Cree que el método tradicional utilizado hasta ahora es más difícil o no existe?.....	190
Figura 102. Resultados pregunta 12. Subgrupo enfermería hospitalaria. iOS: ¿Cree que podría tener un rendimiento más optimizado?.....	190
Figura 103. Resultados pregunta 14. Subgrupo enfermería hospitalaria. iOS: ¿Encuentra adecuada la apariencia de esta aplicación?.....	191
Figura 104. Resultados pregunta 15. Subgrupo enfermería hospitalaria. iOS: ¿Cree que el método de diagnóstico de esta aplicación es, en general, preciso?.....	191
Figura 105. Resultados pregunta 1. Subgrupo enfermería de AP. iOS: ¿La aplicación hace la función esperada?.....	193

Figura 106. Resultados pregunta 2. Subgrupo enfermería de AP. iOS: ¿Puede hacer lo mismo sin la aplicación?.....	193
Figura 107. Resultados pregunta 3. Subgrupo enfermería de AP. iOS: ¿Opina que la información contenida es fiable?.....	193
Figura 108. Resultados pregunta 4. Subgrupo enfermería de AP. iOS: ¿Puede identificar con esta aplicación problemas de salud?.....	194
Figura 109. Resultados pregunta 5. Subgrupo enfermería de AP. iOS: ¿Su calidad de vida ha mejorado con el uso de esta aplicación?.....	194
Figura 110. Resultados pregunta 6. Subgrupo enfermería de AP. iOS: ¿Hay algún contenido de la misma que ha encontrado realmente útil?.....	194
Figura 111. Resultados pregunta 7. Subgrupo enfermería de AP. iOS: ¿Cree que falta algún contenido?.....	195
Figura 112. Resultados pregunta 12. Subgrupo enfermería de AP. iOS: ¿Cree que podría tener un rendimiento mas optimizado?.....	195
Figura 113. Resultados pregunta 13. Subgrupo enfermería de AP. iOS: ¿Ha encontrado algún error mientras usaba la aplicación?.....	196
Figura 114. Número de descargas de UlcerAPP. Android.....	197
Figura 115: Profesión de los usuarios de UlcerAPP Android.....	197
Figura 116. Resultados pregunta 1. Android. ¿La aplicación cumple la función esperada?.....	199
Figura 117. Resultados pregunta 2. Android. ¿Podría hacer lo mismo sin la aplicación?.....	200
Figura 118. Resultados pregunta 3. Android. ¿Cree que la información contenida es fiable?.....	200

Figura 119. Resultados pregunta 4 Android. ¿Puede identificar con esta aplicación problemas de salud?.....	201
Figura 120. Resultados pregunta 5. Android. ¿Su calidad de vida ha mejorado con el uso de esta aplicación?.....	201
Figura 121. Resultados pregunta 6. Android. ¿Hay algún contenido de la misma que ha encontrado realmente útil?.....	202
Figura 122. Resultados pregunta 7. Android. ¿Cree que falta algún contenido?.....	204
Figura 123. Resultados pregunta 8. Android. ¿Ha encontrado lo que necesitaba?.....	204
Figura 124. Resultados pregunta 9. Android: ¿Cree que el método tradicional utilizado hasta ahora es más difícil o no existe?.....	205
Figura125. Resultados pregunta 10. Android: ¿La aplicación es útil para el seguimiento de la evolución de la enfermedad?.....	206
Figura 126. Resultados pregunta 11. Android: ¿Tiene la garantía de utilizar la aplicación en cualquier momento y cualquier lugar?.....	206
Figura 127. Resultados pregunta 12. Android: ¿Cree que podría tener un rendimiento más optimizado?.....	207
Figura 128. Resultados pregunta 13. Android: ¿Ha encontrado algún error mientras utilizaba la aplicación?.....	207
Figura 129. Resultados pregunta 14. Android: ¿Encuentra adecuada la apariencia de esta aplicación?.....	208
Figura 130. Resultados pregunta 15. Android: ¿Cree que el método de diagnóstico de esta aplicación es, en general, preciso?.....	209

Figura 131. Resultados pregunta 1. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. Android: ¿La aplicación cumple la función esperada?.....	211
Figura 132. Resultados pregunta 2. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. Android: ¿Podría hacer lo mismo sin la aplicación?.....	212
Figura 133. Resultados pregunta 3. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. Android: ¿Cree que la información contenida es fiable?.....	212
Figura 134. Resultados pregunta 4. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. Android: ¿Puede identificar con esta aplicación problemas de salud?.....	213
Figura 135. Resultados pregunta 5. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. iOS. ¿Su calidad de vida ha mejorado con el uso de esta aplicación?.....	213
Figura 136. Resultados pregunta 6. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. Android: ¿Hay algún contenido de la misma que ha encontrado realmente útil?.....	214
Figura 137. Resultados pregunta 7. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. Android: ¿Cree que falta algún contenido?.....	214
Figura 138. Resultados pregunta 8. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. Android: ¿Ha encontrado lo que necesitaba?.....	215
Figura 139. Resultados pregunta 9. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. Android: ¿Cree que el método tradicional utilizado hasta ahora es más difícil o no existe?.....	215
Figura 140. Resultados pregunta 10. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. Android: ¿La aplicación es útil para el seguimiento de la evolución de la enfermedad?.....	216
Figura 141. Resultados pregunta 11. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. Android: ¿Tiene la garantía de utilizar la aplicación en cualquier momento y cualquier lugar?.....	216

Figura 142. Resultados pregunta 12. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. Android: ¿Cree que podría tener un rendimiento más optimizado?.....	217
Figura 143. Resultados pregunta 13. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. Android: ¿Ha encontrado algún error mientras utilizaba la aplicación?.....	217
Figura 144. Resultados pregunta 14. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. Android: ¿Encuentra adecuada la apariencia de esta aplicación?.....	218
Figura 145. Resultados pregunta 15. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. Android: ¿Cree que el método de diagnóstico de esta aplicación es, en general, preciso?.....	218
Figura 146. Resultados pregunta 1. Subgrupo médicos de AP. Android: ¿La aplicación hace la función esperada?.....	220
Figura 147. Resultados pregunta 5. Subgrupo médicos de AP. Android: Su calidad de vida ha mejorado con el uso de esta aplicación?.....	221
Figura 148. Resultados pregunta 3. Subgrupo médicos de AP. Android: ¿Opina que la información contenida es fiable?.....	221
Figura 149. Resultados pregunta 8. Subgrupo médicos de AP. Android: ¿Ha encontrado lo que necesitaba?.....	222
Figura 150. Resultados pregunta 9. Subgrupo médicos de AP. Android: ¿Cree que el método tradicional utilizado hasta ahora es más difícil o no existe?.....	222
Figura 151. Resultados pregunta 12. Subgrupo médicos de AP. Android: ¿Cree que podría tener un rendimiento más optimizado?.....	223
Figura 152. Resultados pregunta 14. Subgrupo médicos de AP. Android: Encuentra adecuada la apariencia de esta aplicación?.....	223

Figura 153. Resultados pregunta 15. Subgrupo médicos de AP. Android: ¿Cree que el método de diagnóstico de esta aplicación es, en general, preciso?.....	224
Figura 154. Resultados pregunta 1. Subgrupo enfermería de AP. Android: ¿La aplicación cumple la función esperada?.....	226
Figura 155. Resultados pregunta 2. Subgrupo enfermería de AP. Android: ¿Podría hacer lo mismo sin la aplicación?.....	227
Figura 156. Resultados pregunta 3. Subgrupo enfermería de AP. Android: ¿Cree que la información contenida es fiable?.....	227
Figura 157. Resultados pregunta 4. Subgrupo enfermería de AP. Android: ¿Puede identificar con esta aplicación problemas de salud?.....	228
Figura 158. Resultados pregunta 5. Subgrupo enfermería de AP. Android: ¿Su calidad de vida ha mejorado con el uso de esta aplicación?.....	228
Figura 159. Resultados pregunta 6. Subgrupo enfermería de AP. Android: ¿Hay algún contenido de la misma que ha encontrado realmente útil?.....	229
Figura 160. Resultados pregunta 7. Subgrupo enfermería de AP. Android: ¿Cree que falta algún contenido?.....	229
Figura 161. Resultados pregunta 8. Subgrupo enfermería de AP. Android: ¿Ha encontrado lo que necesitaba?.....	230
Figura 162. Resultados pregunta 9. Subgrupo enfermería de AP. Android: ¿Cree que el método tradicional utilizado hasta ahora es más difícil o no existe?.....	230
Figura 163. Resultados pregunta 10. Subgrupo enfermería de AP. Android: ¿La aplicación es útil para el seguimiento de la evolución de la enfermedad?.....	231

Figura 164. Resultados pregunta 11. Subgrupo enfermería de AP. Android ¿Tiene la garantía de utilizar la aplicación en cualquier momento y cualquier lugar?.....	231
Figura 165. Resultados pregunta 12. Subgrupo enfermería de AP. Android: ¿Cree que podría tener un rendimiento más optimizado?.....	232
Figura 166. Resultados pregunta 13. Subgrupo enfermería de AP. Android: ¿Ha encontrado algún error mientras utilizaba la aplicación?.....	232
Figura 167. Resultados pregunta 14. Subgrupo enfermería de AP. Android: ¿Encuentra adecuada la apariencia de esta aplicación?.....	233
Figura 168. Resultados pregunta 15. Subgrupo enfermería de AP. Android: ¿Cree que el método de diagnóstico de esta aplicación es, en general, preciso?.....	233
Figura 169. Resultados pregunta 1. Subgrupo enfermería de AP. Android: ¿La aplicación cumple la función esperada?.....	235
Figura 170. Resultados pregunta 5. Subgrupo enfermería hospitalaria. Android: ¿Su calidad de vida ha mejorado con el uso de esta aplicación?.....	236
Figura 171. Resultados pregunta 3. Subgrupo enfermería hospitalaria. Android: ¿Opina que la información contenida es fiable?.....	236
Figura 172. Resultados pregunta 8. Subgrupo enfermería hospitalaria. Android: ¿Ha encontrado lo que necesitaba?.....	237
Figura 173. Resultados pregunta 9. Subgrupo enfermería hospitalaria. Android: ¿Cree que el método tradicional utilizado hasta ahora es más difícil o no existe?.....	237
Figura 174. Resultados pregunta 12. Subgrupo enfermería hospitalaria. Android: ¿Cree que podría tener un rendimiento más optimizado?.....	238

Figura 175. Resultados pregunta 14. Subgrupo enfermería hospitalaria. Android: Encuentra adecuada la apariencia de esta aplicación?.....	238
Figura 176. Resultados pregunta 15. Subgrupo enfermería hospitalaria. Android: ¿Cree que el método de diagnóstico de esta aplicación es, en general, preciso?.....	239
Figura 25A. Pantalla inicial informativa de UlcerAPP. Android.....	262
Figura 26A. Pantalla Principal UlcerAPP. Android.....	262
Figura 27A. Pantalla inicial del diagnóstico. Android.....	263
Figura 28A. Pantalla exploración de pulsos. Android.....	263
Figura 29A. Pantalla signos de polineuropatía. Android.....	264
Figura 30A. Pantalla signos de úlcera isquémica. Android.....	264
Figura 32A. Pantallas de diagnóstico úlceras localizadas en el PIE.....	265
Figura 33A. Pantallas de diagnóstico “no cumple criterios de etiología vascular”. Android.....	265
Figura 34A. Pantallas de la localización de la úlcera en la pierna. Android.....	266
Figura 35A. Pantallas del diagnóstico úlcera con localización supramaleolar externa. Android...	266
Figura 36A. Pantallas del diagnóstico úlcera flebostática o mixta. Android.....	267
Figura 37A. Pantallas del diagnóstico úlcera hipertensiva o de Martorell. Android.....	267
Figura 38A. Pantalla principal tratamientos. Android.....	268
Figura 39.1A. Pantalla inicial de Tratamientos úlceras en pie. Android.....	268
Figura 39.2A. Pantalla inicial de Tratamientos úlceras en pierna. Android.....	269
Figura 40A. Tratamiento úlcera isquémica o arterial. Android.....	269
Figura 41A. Pantalla signos de infección con criterios de gravedad úlcera neuropática. Android..	270

Figura 42A. Pantalla singnos de infecci3n sin cr3terios de gravedad. Android.....	270
Figura 43A. Pantalla de tratamiento de 3lcera neurop3tica en algoritmo de infecci3n. Android....	271
Figura 44A. Pantalla de tratamiento de 3lcera neurop3tica con mas recomendaciones. Android...	271
Figura 46A. Pantalla tratamiento 3lcera neuroisqu3mica ITB>0,8. Android.....	272
Figura 47A. Pantalla tratamiento de 3lcera neuroisqu3mica sin doppler. Android.....	272
Figura 48-50A. Pantalla tratamiento de 3lcera flebost3tica o venosa y no reducci3n en 4-6 semanas. Android.....	273
Figura 51A. Pantalla tratamiento 3lcera mixta selecci3n ITB. Android.....	273
Figura 52A. Pantalla tratamiento 3lceras mixtas ITB<0,8. Android.....	274
Figura 53A. Pantalla tratamiento 3lcera hipertensiva o de Martorell. Android.....	274

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación WIFI: W: Wound. Características de la herida.....	55
Tabla 2. Clasificación WIFI: I: Isquemia. Grados de isquemia según ITB.....	55
Tabla 3. Clasificación WIFI: Infección. Grados de infección.....	56
Tabla 4. Publicaciones seleccionadas sobre patología cardiovascular.....	74
Tabla 5. Listado de fármacos venoactivos disponibles en el mercado.....	122
Tabla 6. Encuesta de evaluación de la QoE de UlcerAPP. iOS.	157
Tabla 7: Tabla 7. Resultados de la QoE UlcerAPP. iOS.....	158
Tabla 8: Resultados pregunta anexa 6. iOS: Con respecto a la anterior pregunta, puedo indicarnos ¿Qué contenido le ha parecido mas útil?.....	163
Tabla 9. Resultados pregunta anexa 7. iOS: ¿Cree que falta algún contenido?.....	165
Tabla 10. Resultados pregunta anexa 13. iOS: En caso de encontrar algún error o problema, ¿podría decirnos cuál?.....	168
Tabla 11. Resultados pregunta anexa 14. iOS: Con respecto a la apariencia o contenido ¿Qué cambiaría o añadiría?.....	169
Tabla 12. Resultados la QoE de los médicos no especialistas en ACV. iOS.....	172
Tabla 13. Resultados la QoE médicos de AP. iOS.....	180
Tabla 14. Resultados la QoE de enfermería hospitalaria. iOS.....	187
Tabla 15. Resultados la QoE de enfermería de AP. iOS.....	192
Tabla 16. Resultados la QoE UlcerAPP Android.....	199
Tabla 17. Resultados pregunta anexa 6. Android: ¿Qué contenido le ha parecido más útil?.....	203
Tabla 18. Resultados pregunta anexa 8. Android: ¿Cree que falta algún contenido?.....	205
Tabla 19. Resultados pregunta anexa 13. Android: En caso de encontrar algún error o problema, ¿podría indicar cual?.....	208
Tabla 20. Resultados la QoE de los médicos no especialistas en ACV. Android.....	211

Tabla 21. Resultados la QoE de los médicos de AP. Android.....	220
Tabla 22. Resultados la QoE de enfermería de AP. Android.....	225
Tabla 23. Resultados la QoE de enfermería Hospitalaria.....	235

CAPÍTULO 1:

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Motivación

El uso de la tecnología está tan integrada en nuestra vida cotidiana que es difícil concebirla sin la utilización de los medios tecnológicos. Hoy en día lo podemos hacer todo o casi todo desde nuestros terminales móviles, desde consultar nuestro correo electrónico, ver noticias, hacer la compra, ver la previsión del tiempo, gestionar nuestras cuentas bancarias, pedir cita con nuestro médico y un sinnúmero de gestiones más.

El elemento clave que ha favorecido la integración de estas tecnologías en nuestro día a día, es el desarrollo tan importante de los teléfonos móviles inteligentes o Smartphones. Tenemos acceso de forma casi inmediata a muchísima información en tiempo real en la palma de la mano, y lo que inicialmente era una herramienta para la comunicación básica entre personas, se ha convertido no solo en un dispositivo indispensable para nuestras tareas diarias sino también como herramienta de trabajo.

El uso de las aplicaciones móviles está en constante crecimiento, no solo en la población adulta joven, sino en aquella que no ha crecido con esta tecnología, que ha tenido que adaptarse y hacer frente a las innovaciones tecnológicas. El uso de teléfonos inteligentes o smartphones y de sus aplicaciones móviles se ha incrementado en todos los sectores de la población, pero lo ha hecho con más fuerza entre la población comprendida entre los 40 y los 55 años [1].

El uso de los Smartphones y sus aplicaciones, no solo se restringe al ámbito personal, sino que el desarrollo en el ámbito profesional está en auge. Según la consultora Gartner [2], en los próximos años más del 70% de los profesionales utilizará sus dispositivos móviles personales para llevar a cabo su tarea profesional, de lo que se deduce que la tendencia de las aplicaciones móviles derivará hacia aquellas que sean útiles, sencillas de manejar y que cumplan las necesidades profesionales que los usuarios.

La Sociedad Española de Salud Pública y Administración Sanitaria (SESPA) [3] destaca la calidad de nuestro Sistema Nacional de SALUD (SNS), situándola como una de las mejores de Europa, y la importancia de la AP como pieza clave del Sistema. La AP se configura como la puerta de entrada de los pacientes, atendiendo a las necesidades sanitarias básicas de la ciudadanía. La asignación de un médico y un centro de salud cerca de nuestro domicilio, consigue una mejor utilización del sistema, asistencia más oportuna y una respuesta médica apropiada a las necesidades de los pacientes. Una AP de calidad, que tenga las herramientas necesarias para realizar un amplio abanico de diagnósticos y tratamientos, disminuiría de forma importante la carga asistencial de la atención especializada. Es por ello que, como bien indica el informe anteriormente citado, la AP

necesita una mayor dotación económica dentro de los presupuestos estatales. Está comprobado que los países que apuestan por la AP, presentan un mejor nivel de servicio sanitario además de una reducción de los costes asociados.

Este informe de la SESPA, resalta la importancia de la incorporación de las nuevas tecnologías. En el SNS, los puntos principales de la eSalud o Salud Electrónica son la tarjeta sanitaria, el historial clínico electrónico (HCE) y la receta electrónica. Estas tres herramientas son los pilares fundamentales de la digitalización e informatización del sistema sanitario. Con la HCE, el facultativo puede acceder al historial médico del paciente dentro de cada Servicio de Salud de cada Comunidad Autónoma. Desafortunadamente, las HCE de las distintas Comunidades Autónomas no están integradas y no es posible acceder a la HCE de un paciente en otra Comunidad Autónoma. El sistema de la Receta Electrónica está implantado en toda la AP del SNS, y ya son muchas Comunidades Autónomas que la han implantado a nivel hospitalario.

Las Primeras Jornadas sobre e-Salud [4] pusieron de manifiesto la importancia de las nuevas tecnologías, sobretudo en territorios rurales lejos de las grandes urbes. Se hizo especial hincapié en el desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) que facilite el trabajo de los profesionales de la sanidad, mejorando los diagnósticos y tratamientos, solucionando el problema de la dispersión geográfica y el acceso a la atención especializada en estas áreas. Por tanto, incentivar proyectos de telemedicina puede aumentar la calidad de vida de los ciudadanos.

En relación con la telemedicina, el uso de las TIC como medio de provisión de servicios médicos, es la especialidad de teledermatología la más extendida en España; la segunda especialidad más implantada es la teleictus, y la tercera, la teleoftalmología [5].

La Asociación de Investigadores en e-Salud publicó en el año 2015 un informe sobre el estado de la e-Salud [7], que pone de relieve que las TIC aplicadas a la e-Salud mejoran la asistencia sanitaria a un coste menor. La aplicación de la e-Salud contribuye a la mejora de la calidad asistencial puesto que reduce el tiempo de diagnóstico y mejora la efectividad de los tratamientos médicos. Además, puesto que facilita la adaptación a cada situación, la e-Salud puede reducir tiempos de gestión y lleva un control más exhaustivo del proceso médico del paciente.

Un campo relevante de la e-Salud es la m-Salud (m-Health, en inglés), es decir, la práctica de la medicina y la salud pública soportada por dispositivos móviles [8]. La m-Salud comprende el uso y capitalización de las utilidades básicas de los teléfonos móviles como los servicios de voz y de mensajería instantánea, así como funcionalidades y aplicaciones más complejas que incluyan el servicio GPRS, las telecomunicaciones móviles de tercera, cuarta y quinta generación, sistemas de posicionamiento global o tecnología Bluetooth.

Según un informe publicado por la compañía Greatcall [9], hay más de 97 mil aplicaciones disponibles en las tiendas virtuales relacionadas con la salud y fitness. En la encuesta realizada se observó que el 80% de los especialistas médicos utilizan *Smartphones* y aplicaciones de m-Salud. El 93% de los médicos aseguran que las aplicaciones móviles relacionadas con la m-Salud pueden mejorar la salud de los pacientes. Un 40% cree que las aplicaciones de m-Salud pueden reducir el número de visitas a la consulta y más de un 25% ya utilizan aplicaciones móviles para cuidar de la salud de sus pacientes.

España es uno de los países líderes en el uso de tecnologías digitales en materia de salud. De acuerdo con Accenture [10], España supera la media de los países encuestados en indicadores como las consultas virtuales con el médico, el uso de aplicaciones móviles de salud, el acceso a la historia clínica electrónica o la supervisión remota para rastrear síntomas y compartirlos con el médico. Esta encuesta clasifica a los usuarios de servicios de atención sanitaria online por tipo de especialista. Así, el 36% de los españoles habrían tenido una cita virtual con su médico de atención primaria, el 21% con un especialista, el 12% con un especialista en salud mental, el 11% con un farmacéutico y el 10% con una empresa tecnológica especializada en salud.

Además de las consultas con los profesionales sanitarios, los españoles consideran útiles las tecnologías digitales para desarrollar otras actividades vinculadas con la salud. El 60% de los españoles utilizarían sistemas digitales para recibir sus recetas médicas. Otro 42% estarían abiertos a utilizar tecnologías digitales para recibir atención médica en caso de urgencia y el 40 % para ampliar el acceso a los profesionales sanitarios y a sus tratamientos.

El Ministerio de Sanidad publicó a finales de 2021 la Estrategia de Salud Digital [11]. La estrategia persigue cuatro objetivos estratégicos (capacitar e implicar a las personas en el cuidado de su salud; maximizar el valor de los procesos para mejorar el desempeño y rendimiento del sistema sanitario público; adoptar políticas de gestión y gobierno de los datos sanitarios; aplicar políticas de innovación a la medicina 5P: poblacional, preventiva, predictiva, personalizada y participativa).

La aplicación de la e-Salud en el sector sanitario contribuye a la mejora de la calidad asistencial, reduciendo el tiempo de diagnóstico y la efectividad de los tratamientos médicos. Además, la e-Salud reduce tiempos de gestión y lleva un control más exhaustivo del proceso médico. Gracias a la e-Salud, el paciente se ve involucrado en el proceso asistencial, siendo partícipe del mismo, lo cual podría contribuir a mejorar la relación médico-paciente así como incrementar la confianza entre ambos. Desde el punto de vista de los profesionales médicos, la e-Salud supone un medio por el cual acceder a información médica actualizada y fidedigna, además de mejorar la relación con el paciente, pudiendo personalizar en mayor medida el diagnóstico, así como valerse de herramientas tecnológicas que le permitan establecer un diagnóstico rápido y claro. Esto podría ser especialmente importante en la AP. Como se comentó en párrafos anteriores, la AP es la puerta de entrada de los pacientes al Sistema, teniendo que atender a todos los problemas de salud de la población. A pesar del alto nivel de conocimiento y formación de nuestros especialistas en Medicina Familiar y Comunitaria, es imposible dominar todas las patologías. Además, las patologías englobadas en la especialidad de Angiología y Cirugía Vascular son tratadas de forma residual en los programas formativos de las Universidades españolas. Se evaluó el grado de formación y conocimiento en enfermedad venosa crónica, unas de las enfermedades más prevalentes de la patología vascular en estudiantes de último año del Grado de Medicina. Para ello se realizaron 351 encuestas, incluyendo estudiantes de todas las facultades públicas y privadas españolas, donde se evidenció una escasa formación teórica y práctica en la enfermedad venosa crónica y una infravaloración de la misma frente a otras enfermedades crónicas. El 93,2% de los encuestados opinó que se debería mejorar la formación pregrado sobre la patología venosa [12]. A pesar de no estar evaluado, estos resultados pueden extrapolarse al resto de las patologías vasculares. Este desconocimiento en patología vascular puede generar una infravaloración e infradiagnóstico de muchas patologías que pueden tratarse en AP. En este contexto, el desarrollo de la e-Salud podría por un lado mejorar el conocimiento de estas patologías, mejorando diagnósticos, tratamientos y por tanto reducir el número de derivaciones a la atención especializada, mejorando la calidad asistencial y por tanto la calidad de vida de los pacientes.

Las úlceras de etiología vascular en las extremidades inferiores constituyen un importante problema de salud, ya que su alta prevalencia, el carácter crónico, la alta tasa de recidiva y el absentismo laboral,

supone un importante impacto personal y familiar, asociado a consumo creciente de recursos sanitarios.

Como hemos comentado el gasto sanitario invertido en el cuidado de las úlceras de las extremidades inferiores es muy importante. En la literatura, podemos observar que se han publicado estudios sobre estos costes, en países de nuestro entorno. En Reino Unido el coste de los tratamientos de las úlceras venosas se situó entre 1,9 y 2,3 mil dólares por paciente, con un coste total del presupuesto de 256 mil millones de dólares [13]. En Alemania el coste anual se estimó 9.000 dólares por paciente, con un coste total en el presupuesto de 947 millones de dólares al año [14].

El Grupo Nacional para el estudio de Úlceras y Asesoramiento en Úlceras por Presión y Heridas Crónicas (GNEAUPP) publicó un estudio de prevalencia en úlceras en extremidades inferiores. Observaron una prevalencia global del 0,15%, de los cuales el 0,09% correspondían a úlceras venosas, 0,013% úlceras isquémicas, 0,026% úlceras mixtas y un 0,027% úlceras neuropáticas [15].

Para el manejo adecuado de estas úlceras, se necesita un equipo cualificado compuesto por médicos y personal enfermería que deben tener conocimientos actualizados en esta área, siendo este un factor clave para una correcta evolución en el proceso de cicatrización de la úlcera. En este contexto, la transformación digital y el desarrollo de SADM pueden mejorar la eficacia y la eficiencia en la atención médica, reduciendo el tiempo de toma de decisiones y mejorando la calidad de los diagnósticos, tratamientos y seguimiento de los pacientes, y por tanto, mejorando la la calidad de vida de los pacientes.

1.3. Objetivos

El fin de esta tesis doctoral es el desarrollo de una aplicación móvil como SADM en el diagnóstico, tratamiento y seguimiento de las úlceras en miembros inferiores de etiología vascular, siendo esta desarrollada para la plataforma Android e iOS.

La aplicación desarrollada en ambos sistemas operativos, denominada UlcerAPP, está orientada a facultativos no especialistas en patología vascular, especialmente médicos de AP, y personal de enfermería. También será útil para estudiantes de medicina y enfermería interesados en estas patologías.

No solo tendrá una función de ayuda al diagnóstico y orientación al tratamiento, sino que también recomendará al usuario, dependiendo de la evolución que presente el paciente, si el paciente debe ser derivado y con qué prioridad a una unidad de ACV.

1.4. Visión del proyecto

1.4.1 Aspectos innovadores

La aplicación UlcerAPP incluye 6 tipos de úlceras: úlcera neuropática, isquémica, neuroisquémica, venosa o flebostática, úlcera mixta (venosa con componente isquémico) y úlcera hipertensiva o de Martorell. Para llegar y que pueda ser utilizada por el mayor número de usuarios posibles, la aplicación se ha desarrollado en los sistemas operativos más populares, Android e iOS. Una ventaja importante de esta aplicación es que tiene una interfaz sencilla e intuitiva, lo cual hace de UlcerAPP una herramienta útil, sencilla, rápida de utilizar y se puede utilizar en cualquier momento y lugar, sin la necesidad de conexión a internet.

El hecho de contar con información médica fiable y realizada por especialistas con años de experiencia en el campo de la patología vascular, hace de esta aplicación móvil sea una herramienta muy valiosa y que generará confianza en los usuarios finales.

Además de ser útil para el diagnóstico y tratamiento de las úlceras en extremidades inferiores de etiología vascular, la aplicación incluye enlaces de interés donde el usuario podrá acceder en un futuro (la plataforma está preparada) a información bibliográfica, videos y enlaces de interés relacionado con el manejo de esta patología, lo cual la hace más atractiva no solo a médicos y enfermeras, sino a estudiantes de medicina y enfermería interesados y motivados con este grupo de enfermedades.

1.4.2. Aplicación comercial

En la actualidad, según la Comisión Europea, todos las aplicaciones de salud que incluyan información médica, no son considerados dispositivos médicos. Sin embargo, aquellos que incluyan un sistema de ayuda a la decisión médica, como es el caso de UlcerAPP, la aplicación desarrollada en el presente trabajo, según las directrices de la Comisión Europea si que se consideran un dispositivo médico. Es por ello, que esta aplicación está destinada al personal sanitario no especializado en el campo de la patología vascular, concretamente para profesionales médicos no especialistas en ACV y diplomados en enfermería, sobretudo en el entorno de la AP.

1.4.3. Materialización del prototipo y recursos necesarios

Para el desarrollo de la aplicación UlcerAPP en el sistema operativo Android se emplea el entorno de programación Android Studio y lenguaje de programación JAVA. Se podrá ejecutar tanto en *Smartphones* como en tablets que tengan implementado el sistema operativo Android 6.0 (Marshmallow) y un API level 23 o superior por lo que será compatible con un 94,1% de los dispositivos Android.

Para el desarrollo en iOS se emplea XCode y lenguaje de programación Swift. Se podrá ejecutar en el 100% de los dispositivos con sistema operativo iOS. El desarrollo de aplicaciones en iOS es más limitante que en Android. Se requiere el entorno de desarrollo integrado (IDE) Xcode que ofrece Apple, el cual está disponible de manera gratuita en la *AppStore*, pero dicho software solo puede ser ejecutado desde un dispositivo Apple como pueden ser Mac o MacBook. Para la instalación de Xcode se ha utilizado un MacBook Pro. Xcode ofrece un simulador, en el cual poder comprobar el funcionamiento de la aplicación, bastante rápido y sencillo, que contiene la mayoría de los dispositivos móviles Apple, desde los distintos modelos de iPhone hasta las variantes del iPad. Además, se cuenta con varios dispositivos móviles Apple reales sobre los cuales poder realizar las pruebas. Estos son un iPhone 12 y un iPad mini.

En cuanto al software, el IDE de Apple, Xcode, está disponible de manera gratuita en la *AppStore*. Para poder publicar aplicaciones en la *AppStore* y poder disfrutar de todas las funcionalidades que ofrece Xcode, es necesario registrarse con una cuenta de desarrollador de Apple *Apple Developer* (javierulcerapp@gmail.com) y pagar una cuota de 99,9 euros anuales para el desarrollo y modificaciones/actualizaciones de la aplicación, si se realiza de manera individual.

Por otro lado, una vez la aplicación se ha desarrollado y testado los posibles errores, Se gestionó su inscripción en el Registro Territorial de la Propiedad Intelectual de Madrid con un coste de 1720,66 euros.

Además de los costes económicos aclarados, se suman los costes relacionadas con el desarrollo del software, incluyendo el esfuerzo requerido por el proyecto, el tiempo invertido en el desarrollo de la aplicación y los profesionales implicados en el proyecto.

1.4.4. Protección y comercialización de los resultados

A pesar del auge en las aplicaciones móviles relacionadas con la medicina y la salud, las herramientas en forma de sistemas de ayuda de toma de decisiones médicas en el las especialidades que engloban la patología vascular son están muy presentes en el mercado tecnológico todavía, sobretodo si la búsqueda se restringe a aplicaciones relacionadas con el manejo de las úlceras de extremidades inferiores de etiología vascular.

Por ello, la aplicación UlcerAPP podría ser un sistema novedoso, para profesionales sanitarios que dispongan de un teléfono inteligente, ya que ofrece una funcionalidad muy valiosa en una patología con abordaje muy complejo y que necesita un alto grado de capacitación y experiencia. A pesar de no ser el objetivo principal de este proyecto, podría hacerse un hueco importante dentro en las tiendas virtuales de los principales sistemas operativos.

CAPÍTULO 2:

ÚLCERAS DE ETIOLOGÍA VASCULAR

CAPÍTULO 2. ÚLCERAS DE ETIOLOGÍA VASCULAR

2.1. Introducción

La aplicación móvil aquí presentada está enfocada a todo personal sanitario que tenga que manejar en su práctica clínica úlceras en las extremidades inferiores. El segmento de población que más se puede beneficiar de UlcerAPP, son los médicos de AP y personal de enfermería, sobretodo aquel poco familiarizado con el diagnóstico y tratamiento de estas úlceras. Para personal cualificado, ya sean especialistas en Angiología y Cirugía Vascular o personal de enfermería experto úlceras, la información contenida en la aplicación será de poco interés, sobretodo aquella relacionada con el tratamiento, ya que en esta sección se basa en recomendaciones básicas para el manejo inicial de las mismas, existiendo un arsenal terapéutico inabarcable sobretodo en cuanto a las curas locales

Los algoritmos diagnósticos los ha elaborado Javier Rodríguez Padilla, especialista en Angiología y Cirugía Vascular y autor de esta tesis doctoral, con el asesoramiento de la Dra. Lourdes del Río Solá, especialista en Angiología y Cirugía Vascular, Jefa del Servicio de Angiología y Cirugía Vascular del Hospital Clínico Universitario de Valladolid y el Dr. Guillermo Moñux Ducajú, especialista en Angiología y Cirugía Vascular, Jefe de Servicio de Angiología y Cirugía Vascular Hospital Universitario HM Torrelodones y HM Madrid.

Los tratamientos están basados en documentos de consenso actualizados, publicados por las principales Sociedades Científicas. En el tratamiento de las úlceras venosas y mixtas, recomendamos el protocolo de derivación publicado por el Capítulo Español de Flebología y Linfología (CEFYL) de la Sociedad Española de Angiología y Cirugía Vascular (SEACV), cuya evidencia se basa en publicaciones y/o consensos nacionales e internacionales [16-26]. Por otro lado, el tratamiento y recomendaciones generales sobre las úlceras neuropáticas se basan en el Consenso de Prevención y manejo del pie diabético [27]. El tratamiento de las úlceras neuroisquémicas está respaldado por las recomendaciones de la Guía Europea para el manejo de la isquemia crónica de extremidades inferiores [28] y en la clasificación WIFI [29].

El diagnóstico y por tanto el tratamiento de una úlcera es un proceso muy complejo debido a la variabilidad clínica y macroscópica de las mismas y cuya evolución influyen múltiples factores. Para el desarrollo de los algoritmos de la aplicación se han incluido las características más relevantes y típicas, para simplificar el diagnóstico. Es por esta complejidad y variabilidad, que en ocasiones este algoritmo puede que no sea perfecto. Por este motivo, cuando las características, localización y exploración de pulsos no cumplen claramente los criterios incluidos en el sistema, la aplicación informará al usuario que es probable que la úlcera que está evaluando no es de etiología vascular.

Dentro de este grupo de úlceras, aquellas en las que el paciente no presente pulsos en el pie, es decir, que tiene un componente isquémico, el sistema informa al usuario que a pesar de que la úlcera probablemente no sea de etiología vascular, puede empeorar o cronificarse por el componente isquémico. Si además presenta características de gravedad, ya sean de gran tamaño (3-4cm) o muy profundas o presentan signos claros de signos de infección, se le recomendará al usuario derivación preferente/urgente una Unidad de ACV.

Dada la alta prevalencia de las úlceras de etiología vascular, las consultas al médico de AP o Enfermería de primaria están colapsadas de pacientes con úlceras, lo cual hace que las derivaciones a urgencias hospitalarias, sobretudo las úlceras flebostáticas que son las de mayor frecuencia (70%), sean muy frecuentes, quizás mas de lo que debería.

2.2. ÚLCERAS VENOSAS O FLEBOSTÁTICAS

Se trata del tipo de úlcera más frecuente, representando el 70% de las úlceras de las extremidades inferiores con una incidencia de 2 - 5 casos/1.000 personas/año [15]. La base fisiopatológica de este tipo de úlcera es la hipertensión venosa ambulatoria mantenida en el tiempo ya sea de causa obstructiva o por reflujo. Suele aparecer en pacientes con insuficiencia venosa primaria, donde la disfunción valvular genera un reflujo, generando hipertensión venosa ambulatoria en las extremidades. Por otro lado, puede aparecer en pacientes con un síndrome postrombótico, donde el sistema venoso profundo está afectado por obstrucción al flujo o por desestructuración valvular, generando hipertensión venosa por reflujo. Por otro lado, el éstasis venoso que se produce por un déficit o mal funcionamiento en el bombeo de la bomba soleo-gemelar (pacientes encamados o poca movilidad), secundario a la sedestación prolongada y/o sedentarismo, a las alteraciones de la movilidad del tobillo y a la presencia de edemas crónicos. En estos casos, el sistema venoso, tanto superficial como profundo, no presenta ninguna alteración, siendo el éstasis venoso el origen de la hipertensión venosa y por tanto de los trastornos tróficos.

La úlcera de etiología venosa o flebostática es el estadio final de la enfermedad venosa crónica, clasificada en el estadio 6 de la Clasificación CEAP [30-31].

2.2.1. Anamnesis

Los principales factores de riesgo para el desarrollo de estas úlceras son: sexo femenino, sedentarismo y falta actividad física, bipedestación prolongada, multiparidad, estreñimiento crónico, obesidad. Los antecedentes de trombosis venosa profunda, son importantes puesto que pueden desencadenar una hipertensión venosa difícilmente tratable, condicionando el desarrollo de trastornos tróficos y por tanto de úlceras.

Existen algunos factores que influyen en su aparición como:

- Edad. Más frecuente >65 años. Afecta al 1% de los pacientes >65 años.
- Genética. Hay una cierta predisposición familiar (varices esenciales).
- Sexo. Más común en las mujeres.
- Peso. Mayor riesgo en pacientes obesos.
- Gestación. Debido al aumento de volumen sanguíneo circulante y al aumento de la presión intraabdominal.
- Dieta. Muy importante los hábitos intestinales (estreñimiento crónico).

2.2.2. Clínica

Suelen aparecer en el tercio distal de la pierna, sobretodo en la región perimaleolar interna y con menos frecuencia en la cara externa de pierna. Suelen progresar lentamente y pueden desencadenarse por un traumatismo sobre una piel con trastornos tróficos de la enfermedad venosa. No suelen ser dolorosas, en caso aparición de dolor o aumento de la intensidad del mismo, debemos sospechar infección.

Suelen ser úlceras superficiales, de bordes geográficos y exudativas. Lo más característico es la piel periúlceras, esta suele tener dermatitis ocre, lipodermatoesclerosis o zonas de atrofia blanca.

2.2.3. Diagnóstico

Es fundamental la toma de pulsos, ya que tiene influencia en el tratamiento. La úlcera venosa se caracteriza por presentar pulsos presentes en el pie.

A veces es difícil palpar los pulsos por los edemas o la fibrosis cutánea. En este caso es recomendable realizar un Índice Tobillo Brazo (ITB). En una úlcera venosa el ITB es >0,9.

Se recomienda estudio hemodinámico con una ecografía Doppler. Nos permitirá evaluar el sistema venoso profundo y superficial, objetivando puntos de obstrucción o de reflujo venoso patológico. Esto nos permitirá realizar un estudio hemodinámico y planificar una cirugía si la precisa. La ecografía Doppler tiene una especificidad y una sensibilidad superior al 85 - 90% [15-32].

2.2.4. Tratamiento

El objetivo del tratamiento es aliviar o eliminar la hipertensión venosa ambulatoria, que es la base fisiopatológica del desarrollo de la úlcera venosa.

Utilizaremos 5 medidas diferentes para abordar el tratamiento de estas úlceras:

2.2.4.1. Medidas higiénico-dietéticas

Estas son medidas que debemos inculcar al paciente desde el diagnóstico inicial de la enfermedad venosa crónica.

Dieta saludable con control glucémico y actividad física regular.

No usar calzado o calcetines que compriman demasiado. Evitar la sedestación o bipedestación prolongada.

Control del peso para evitar el sobrepeso.

Elevación de las piernas durante el descanso.

Hidratar piel periúlceras con ácidos grasos hiperoxigenados.

2.2.4.2. Tratamiento farmacológico

El objetivo del tratamiento farmacológico es favorecer la cicatrización de la úlcera en combinación con la terapia compresiva, nunca en monoterapia.

Los principales modos de acción de estos fármacos venoactivos son: disminuir la permeabilidad capilar, reducir la liberación de mediadores matorios, o mejorar el tono venoso.

Los principales fármacos venoactivos son:

- Extracto de Ruscus
- Fracción purificada y micronizada de la Diosmina (MPFF)
- Dobesilato cálcico
- Hidroxietilrutósidos
- Sulodexida
- Extracto de castaño de indias
- Extracto de hoja de vid roja

Hay múltiples estudios no solo sobre los efectos de estos fármacos sobre los síntomas de la enfermedad venosa crónica, sino también sobre la influencia de estos en la cicatrización de úlceras venosas. Los fármacos con mayor evidencia son la MPFF y la sulodexida. Un metanálisis demostró

una mayor tasa de cicatrización a los 6 meses de tratamiento de un 32% más frecuente en los pacientes tratados con MPFF como tratamiento complementario en comparación con compresión y cura local sola [33]. Por otro lado, un metanálisis sobre el efecto de la sulodexida sugirió una mejora en la tasa de cicatrización, cuando se utilizaba la sulodexida como coadyuvante de la terapia de compresión y curas locales en comparación con compresión + curas locales (tasa de cicatrización completa con sulodexida 49% en comparación con el 30% con tratamiento local solo [34]).

2.2.4.3. Terapia compresiva

Se trata del principal tratamiento para estas úlceras. Se recomienda el uso de un vendaje compresivo multicomponente (corta tracción y larga tracción) de 40mmHg.

Los vendajes de alta compresión formados por diferentes tipos de vendas (multicomponentes) deben utilizarse de forma rutinaria para el tratamiento de úlceras de etiología venosa [35-36].

2.2.4.4. Cura local

Control del tejido no viable: La limpieza y el desbridamiento realizados correctamente evitan la contaminación, la colonización y mejora los tiempos de cicatrización.

Control de la infección. Se debe tomar un cultivo de la zona, aunque no mediante un frotis cutáneo, sino con una aspiración percutánea, con el objeto de encontrar el microorganismo causante de la infección, pero no lesionar el lecho de la herida. Se realizará un antibiograma y valorar que antibiótico es el más efectivo.

Es importante que el lecho de la herida tenga un ambiente húmedo, pero también es importante que el exudado no sea masivo y pueda macerar la piel periúlceras. El control estricto del exudado es fundamental para mantener la piel periúlceras en condiciones de poder fomentar una correcta epitelización

2.2.4.5. Tratamiento Quirúrgico

El objetivo del tratamiento quirúrgico es eliminar la hipertensión venosa que desencadena los trastornos tróficos y finalmente la úlcera. Para ello es importante un mapeo ecográfico previo, para determinar qué tipo de intervención precisa el paciente. Actualmente las cirugías son poco cruentas, endoluminales, mínimamente invasivas y con pronta recuperación.

Técnicas quirúrgicas (según mapeo ecográfico):

- Cierre térmico de ejes safenos mediante laser o radiofrecuencia

- Cierre no térmico de ejes safenos mediante cianoacrilato.
- Cierre químico-mecánico de ejes safenos.
- Cierre químico de ejes safenos mediante fleboesclerosis ecoguiada.
- Flebectomias o fleboesclerosis de tributarias.
- Safenectomias (en desuso).
- Crosectomias.
- Fleboesclerosis perforantes
- Ligadura de perforante bajo la úlcera (técnica de LINTON) (en desuso).

2.2.4.6. Prevención de la recidiva

Después del tratamiento quirúrgico es imprescindible llevar a cabo un correcto tratamiento médico y tratamiento compresivo. Los factores que pueden evitar la recurrencia son: la cirugía en caso de que no se haya llevado a cabo, la terapia compresiva, es el pilar del tratamiento a largo plazo y el tratamiento no quirúrgico más eficaz para prevenir recidivas en pacientes que ya han sufrido una úlcera de etiología venosa [32-37]. Una vez que la úlcera haya cicatrizado se recomienda el uso de medias de compresión para prevenir la recurrencia. Las de alta compresión parecen ser más eficaces para la reducción de la recurrencia. Hay evidencia disponible que las de alta compresión son más eficaces para la recurrencia que las de compresión moderada, sobretodo a corto plazo [35].

Por otro lado, se debe evitar la sedestación y/o bipedestación prolongada, ejercicio físico diario y elevar las piernas durante el descanso.

2.3. ÚLCERA MIXTA (venosa con componente isquémico)

Se trata de úlceras cuya etiología es venosa, pero presentan un componente isquémico. Por tanto, la anamnesis, clínica, diagnóstico etiológico y curas locales son exactamente iguales que en las úlceras flebostáticas como se describe en el apartado 2.2 de este documento.

Todo paciente con una úlcera flebostática que no presente pulsos en los pies, se debe realizar una valoración hemodinámica mediante la realización de un ITB. Dependiendo de los valores del ITB se aplicará un tipo de terapia compresiva:

-Los pacientes con un ITB $>0,8$: Se aplicará una compresión exactamente igual que los pacientes con úlceras flebostáticas pura, es decir, 40 mmHg.

- Los pacientes con ITB $<0,8$ o cuando no se pueda disponer de un doppler para la realización del mismo, se le aplicará un vendaje compresivo de 20 mmHg.

Si una vez aplicado el tratamiento correcto, no existe buena evolución y además el paciente presenta un ITB bajo, se debe considerar la posibilidad de realizar de prueba de imagen (Angio-TAC, Angio-RM, arteriografía) para plantear una revascularización que aumente las posibilidades de cicatrización.

2.4. ÚLCERA ARTERIAL O ISQUÉMICA

Representan aproximadamente, entre el 5% y el 10% de las úlceras de la extremidad inferior, con una prevalencia de 0,2 - 2% y una incidencia de 220 casos/año/millón de habitantes [15,38]. Son consecuencia de una disminución de la perfusión en las extremidades que provoca un déficit crítico de la presión parcial de oxígeno de los tejidos distales. La principal causa es la aterosclerosis, una enfermedad degenerativa de las arterias. Menos frecuentes es la tromboangeítis obliterante o enfermedad de Buerger, cuya etiología es una vasculitis de mediano y pequeño calibre.

2.4.1. Anamnesis

La anamnesis es importante para detectar patología isquémica previa como pueda ser la claudicación intermitente. Hay que tener en cuenta los principales factores de riesgo:

- Sexo: más común en hombres
- Raza: Más frecuente en la raza negra que la caucásica
- Edad: aumenta con la edad llegando a una prevalencia del 70% en personas de 70 a 75 años.
- Tabaquismo
- Diabetes
- Hipertensión arterial
- Dislipemia
- Insuficiencia renal crónica

Hay dos clasificaciones clásicas en la enfermedad arterial periférica, la clasificación de Fontaine y la de Rutherford, que gradúan el grado isquemia de los pacientes

2.4.1.1. Clasificación de Fontaine

- Estadio I: Paciente asintomático.

- Estadio II. Claudicación intermitente:
 - IIa: Claudicación a más de 150 metros.
 - IIb: Claudicación a menos de 150 metros.
- Estadio III: Dolor de reposo isquémico.
- Estadio IV. Úlcera y/o gangrena.

2.4.1.2. Clasificación de Rutherford

- Clase 0: paciente asintomático
- Clase 1: Claudicación a largas distancias.
- Clase 2: Claudicación a medias distancias.
- Clase 3: Claudicación limitante a cortas distancias
- Clase 4: Dolor de reposo isquémico.
- Clase 5: Úlcera. Pérdida tisular menor.
- Clase 6: Úlcera. Pérdida tisular mayor.

2.4.2. Clínica

Hay que tener en cuenta los síntomas previos a la aparición de la úlcera, como la claudicación intermitente o dolor de reposo isquémico.

Las úlceras isquémicas se localizan fundamentalmente zonas distales de las extremidades: dedos del pie, cara lateral y talón. Suelen ser dolorosas porque se le añade el componente isquémico.

Se caracterizan por tener un lecho desvitalizado, necrótico, con fibrina, esfacelos y puede afectar a planos profundos, lo cual empobrece el pronóstico de la viabilidad de la extremidad.

2.4.3. Exploración física

La palpación de todos los pulsos es fundamental para el diagnóstico correcto de este tipo de úlceras. Esta debe realizarse de manera sistemática: femoral, poplíteo, tibial posterior y pedio. La presencia de pulsos distales tiene un valor predictivo negativo del 98% en cuanto a la presencia de isquemia [15].

Hay otras exploraciones (maniobras de provocación) que nos pueden confirmar la presencia de isquemia en estos pacientes:

- **Test de Samuels:** para valorar isquemia plantar. Se elevan las piernas del paciente a 45 grados, con movimientos de dorso flexión plantar durante 30 - 45 segundos. Se considera positiva, cuando aparece una importante palidez plantar.
- Repleción venosa capilar: presionar la yema del primer dedo durante 2-3 segundos y luego soltar. Si hay un retraso de más de 4 segundos se considera replección venosa afectada.

2.4.4. Diagnóstico

El correcto diagnóstico de las úlceras isquémicas o arteriales se basa en una correcta anamnesis y exploración física.

Las pruebas complementarias están más dirigidas a valorar hemodinámicamente el grado de isquemia, mediante el ITB o presión transcutánea de oxígeno o pruebas de imagen como el eco-doppler, Angio-TAC, Angio-RM o angiografía, enfocado fundamentalmente para la planificación quirúrgica.

2.4.5. Tratamiento

El tratamiento de base de las úlceras isquémicas es la cirugía de revascularización, tanto abierta como endovascular o híbrida. Estas técnicas estarán basadas en las pruebas de imagen.

El objetivo de la cura local es evitar la sobreinfección de las lesiones. El tratamiento local será conservador con cura con soluciones yodadas o clorehixidina. Se usarán productos barrera para proteger la zona periúlceras. El control del dolor es importante para el confort del paciente.

Se realizará un cultivo y se aplicará un tratamiento antibiótico si hay presencia de infección. Nunca se usarán vendajes compresivos porque empeoran la perfusión del pie isquémico.

2.4.6. Prevención de la recidiva

Para evitar la recurrencia o nueva aparición de úlceras en pacientes isquémicos hay que tener en cuenta varios aspectos: es importante mantener permeables los procedimientos de revascularización que se hayan realizado, para mantener una buena perfusión en la pierna previamente isquémica. Para eso se precisa un seguimiento clínico y hemodinámico. Por otro lado, hay que prestar especial importancia al cuidado de la piel a fin de evitar la aparición de heridas provocadas por el calzado o por pequeños traumatismos locales. La información al paciente sobre la utilización de calzado

holgado, que evite roce constante con la piel, prestando especial importancia a pacientes que se les haya amputado algún/algunos dedos, puesto que la arquitectura del pie y por tanto la pisada puede cambiar.

Controlar de forma estricta los principales factores de riesgo cardiovascular, como la abstinencia del tabaco, hipertensión arterial, diabetes, dislipemia. Además de ello, todo paciente con arteriopatía periférica sintomática con o sin historia úlceras, precisan de una prevención secundaria para los eventos cardiovasculares mayores. Para ello es necesario el tratamiento con hipolipemiantes, tipo estatina y antiagregación (Clopidogrel ha demostrado mayor reducción de eventos cardiovasculares mayores a largo plazo) [39].

2.5. ÚLCERAS NEUROPÁTICAS/NEUROISQUÉMICAS/SÍNDROME DEL PIE DIABÉTICO

En este apartado hablaremos de las úlceras neuropáticas y/o neuroisquémicas puesto que las causas fisiopatológicas y las manifestaciones clínicas se superponen. Lo más frecuente es que las lesiones neuropáticas suelen estar presentes en pacientes con mayor o menor grado de isquemia.

Las úlceras neuropáticas son aquellas que se desarrollan como consecuencia de una alteración del sistema nervioso periférico. En nuestro medio, lo más frecuente es que la causa de la neuropatía sea consecuencia de la Diabetes Mellitus. Habitualmente se manifiesta como mononeuropatía o más frecuentemente como polineuropatía con afectación sensitivo-motora y/o simétrica y se localiza fundamentalmente en el pie. Es la principal causa de ulceración en el pie.

2.5.1. Fisiopatología

Como hemos dicho anteriormente la causa más frecuente de neuropatía en nuestro medio es la neuropatía causada por la diabetes mellitus. Otras causas menos frecuentes son:

- Congénita/familiar.
- Neoplásica
- Traumática/inflamatoria.
- Tóxica.
- Autoinmune.

La etiología de las úlceras del pie diabético es multifactorial, aunque la neuropatía periférica es la causa de aproximadamente el 50% de los casos, un 20% la arteriopatía y un 30% la combinación de las dos [40,41].

Para la clasificación de las úlceras neuropáticas y neuroisquémicas nos valemos de la clasificación WIFI, publicada en enero de 2014, por la Society of Vascular Surgery (SVS) [29]. En ella se toma en consideración 3 parámetros para estratificar el riesgo de amputación y el beneficio/necesidad de revascularización: la herida (wound), la isquemia (ischemia) y la infección (foot infection). A cada uno de ellos se le da una numeración de 0 a 3 de menor a mayor gravedad, atendiendo a una serie de características.

I. Wound II. Ischemia III. foot Infection WIFI score W: Wound/clinical category SVS grades for rest pain and wounds/tissue loss (ulcers and gangrene): 0 (ischemic rest pain, ischemia grade 3; no ulcer) 1 (mild) 2 (moderate) 3 (severe)		
Grade	Ulcer	Gangrene
0	No ulcer	No gangrene
Clinical description: ischemic rest pain (requires typical symptoms + ischemia grade 3); no wound.		
1	Small, shallow ulcer(s) on distal leg or foot; no exposed bone, unless limited to distal phalanx	No gangrene
Clinical description: minor tissue loss. Salvageable with simple digital amputation (1 or 2 digits) or skin coverage.		
2	Deeper ulcer with exposed bone, joint or tendon; generally not involving the heel; shallow heel ulcer, without calcaneal involvement	Gangrenous changes limited to digits
Clinical description: major tissue loss salvageable with multiple (≥ 3) digital amputations or standard TMA $\pm$ skin coverage.		
3	Extensive, deep ulcer involving forefoot and/or midfoot; deep, full thickness heel ulcer $\pm$ calcaneal involvement	Extensive gangrene involving forefoot and /or midfoot; full thickness heel necrosis $\pm$ calcaneal involvement
Clinical description: extensive tissue loss salvageable only with a complex foot reconstruction or nontraditional TMA (Chopart or Lisfranc); flap coverage or complex wound management needed for large soft tissue defect		
TMA, Transmetatarsal amputation.		

Tabla 1. Clasificación WIFI: W: Wound. Características de la herida [42]

I: Ischemia Hemodynamics/perfusion: Measure TP or TcPO ₂ if ABI incompressible (>1.3) SVS grades 0 (none), 1 (mild), 2 (moderate), and 3 (severe).			
Grade	ABI	Ankle systolic pressure	TP, TcPO ₂
0	≥ 0.80	>100 mm Hg	≥ 60 mm Hg
1	0.6-0.79	70-100 mm Hg	40-59 mm Hg
2	0.4-0.59	50-70 mm Hg	30-39 mm Hg
3	≤ 0.39	<50 mm Hg	<30 mm Hg

ABI, Ankle-brachial index; PVR, pulse volume recording; SPP, skin perfusion pressure; TP, toe pressure; TcPO₂, transcutaneous oximetry. Patients with diabetes should have TP measurements. If arterial calcification precludes reliable ABI or TP measurements, ischemia should be documented by TcPO₂, SPP, or PVR. If TP and ABI measurements result in different grades, TP will be the primary determinant of ischemia grade. Flat or minimally pulsatile forefoot PVR = grade 3.

II: foot Infection:
SVS grades 0 (none), 1 (mild), 2 (moderate), and 3 (severe: limb and/or life-threatening)
SVS adaptation of Infectious Diseases Society of America (IDSA) and International Working Group on the Diabetic Foot (IWGDF) perfusion, extent/size, depth/tissue loss, infection, sensation (PEDIS) classifications of diabetic foot infection

Tabla 2. Clasificación WIFI: I: Isquemia [42]

<i>Clinical manifestation of infection</i>	<i>SVS</i>	<i>IDSA/PEDIS infection severity</i>
No symptoms or signs of infection	0	Uninfected
Infection present, as defined by the presence of at least 2 of the following items: • Local swelling or induration • Erythema >0.5 to ≤ 2 cm around the ulcer • Local tenderness or pain • Local warmth • Purulent discharge (thick, opaque to white, or sanguineous secretion)	1	Mild
Local infection involving only the skin and the subcutaneous tissue (without involvement of deeper tissues and without systemic signs as described below). Exclude other causes of an inflammatory response of the skin (eg, trauma, gout, acute Charcot neuro-osteoarthropathy, fracture, thrombosis, venous stasis)		

Tabla 3. Clasificación WIFI: I: Infección [42]

2.5.2. Anamnesis

Similar al paciente con úlcera isquémica, se deben valorar los síntomas de neuropatía y/o arteriopatía. En la anamnesis dirigida para valorar la arteriopatía se debe preguntar por síntomas de claudicación intermitente previa y los factores de riesgo cardiovascular presentes. En la neuropatía diabética se deben abordar los signos alterados demostrables, con clínica presente o ausente, descartando otras causas de neuropatía periférica. Además hay que valorar el control metabólico previo. Los síntomas neuropáticos más frecuentes son: ardor, acorchamiento, hormigueo, pesadez, calambre y dolor.

2.5.3. Exploración física

- **Arteriopatía:** La exploración física se debe realizar igual que se describe en el apartado de 2.4.3 en la exploración física de pacientes isquémicos.
- **Neuropatía:**
 - Motora: la hiperpresión sobre las prominencias óseas provocan la aparición de hiperqueratosis y deformidades estructurales del pie. Sobre estas lesiones suelen aparecer las úlceras neuropáticas/neuroisquémicas, habitualmente en el antepié y en el borde externo. Se debe explorar la movilidad y fuerza flexora y extensora de los dedos y los reflejos aquileos y rotulianos.
 - Neuropatía sensitiva: Evaluar la capacidad del paciente para identificar diferentes tipos de sensibilidades.
 - Presora.

- Termoalgésica.
- Dolorosa.
- Táctil.
- Vibratoria.
- Neuropatía autonómica: hay que evaluar la sensibilidad alterada hacia la temperatura, anhidrosis, que provoca sequedad cutánea lo que predispone a la piel de general fisuras y heridas.

2.5.4. Exploraciones complementarias

La valoración de la arteriopatía se explicó en el apartado 2.4.6 del diagnóstico de úlceras isquémicas.

Hay una serie de exploraciones complementarias para valorar la neuropatía:

- **Radiografía simple anteroposterior y lateral:** Se pueden observar alteraciones óseas, distribución ósea y signos de infección (osteomielitis).
- **Termometría plantar:** Consiste en medir la temperatura superficial del pie con infrarrojos en contacto directo con la piel en diferentes puntos del pie. Un aumento $> 2^{\circ}\text{C}$ se asocia a procesos infecciosos y/o infección. Es un factor predictor de úlceras neuropáticas en el pie [42-43].
- **Electromiografía:** No es una exploración imprescindible, pero puede aportar información sobre el patrón de la neuropatía (sensitivo +/-motora). Puede resultar normal cuando la afectación es muy leve o si existe neuropatía sensitiva de pequeñas fibras.
- **Resonancia magnética nuclear:** Puede ser útil en el diagnóstico diferencial de osteomielitis y artropatía de Charcot.

La valoración de la infección se realiza mediante la exploración e inspección de la propia úlcera. Nos puede aportar información los datos de laboratorio como el hemograma, la velocidad de sedimentación globular (VSG), PCR, procalcitonina y demás reactantes de fase aguda. Si hay fiebre asociada, se debe realizar hemocultivos.

Cuando se sospecha la infección se debe realizar un cultivo de la úlcera y tratar al paciente con antibioterapia de amplio espectro hasta la recepción del antibiograma.

2.5.5. Tratamiento

El control de la enfermedad de base mediante el control glucémico estricto mediante una alimentación adecuada y farmacológica, la prevención secundaria mediante antiagregantes e hipolipemiantes, son factores clave para evitar la progresión de la enfermedad.

El tratamiento de las úlceras neuropáticas y neuroisquémicas engloba:

- Tratamiento de la isquemia si fuese necesario.
- Tratamiento de la infección.
- Descarga de la úlcera.
- Control del dolor.
- Descarga de la úlcera mediante la utilización de fieltros adhesivos, prótesis de silicona...etc

2.6. ÚLCERA HIPERTENSIVA O ÚLCERA DE MARTORELL

La úlcera hipertensiva fue descrita por Martorell en 1945. Se trata de una úlcera poco frecuente, con una prevalencia del 0,5 y el 1% y una incidencia de nuevos casos de 4 a 6 por 1.000 habitantes y año. No tiene una fisiopatología conocida, se cree que es debido a una alteración en la microcirculación asociada a hipertensión diastólica mal controlada [44]. Es más frecuente en mujeres entre 40-60 años.

2.6.1. Clínica

Son úlceras que aparecen espontáneamente o tras un traumatismo en la región supramaleolar externa de la pierna como placas eritematocianóticas que degeneran en una úlcera con abundante tejido necrótico en su región central. Son superficiales, de bordes irregulares, con abundante tejido necrótico o cianótico, con poco tejido de granulación. Suelen ser muy dolorosas y con evolución muy tórpida.

2.6.2. Exploración física

En la exploración física destaca que el paciente tiene pulsos distales presentes. Son pacientes con mal control tensional, sobretudo la diastólica (muchos pacientes desconocen este dato) y sin signos de insuficiencia venosa crónica.

2.6.3. Pruebas complementarias

Dado que los pacientes desconocen habitualmente su descontrol tensional, si la sospecha diagnóstica es muy clara y no se detecta hipertensión arterial en la consulta se debe realizar una MAPA: Monitorización ambulatoria de la presión arterial.

La biopsia es característica: en la muestra histológica presentan un engrosamiento en las arteriolas e hipertrofia del endotelio, con oclusión de las estructuras vasculares por material fibrinoide. Son lesiones similares a las que se encuentran en otros órganos de pacientes hipertensos, como en el cerebro, retina, riñón, etc...

2.6.4. Tratamiento

El pilar del tratamiento es el control de la hipertensión arterial. Las curas locales se basan fundamentalmente en desbridar el tejido desvitalizado. A veces es necesario hacer en quirófano bajo condiciones de asepsia. Cuando el defecto es muy grande puede ser necesario la colocación de injerto en primer o segundo tiempo. Hay que hacer una limpieza exhaustiva con suero fisiológico y secado con gasa estéril. Se debe evitar povidona yodada, hipoclorito sódico, ácido acético y agua oxigenada. Como en todas las úlceras es importante el control del dolor.

CAPÍTULO 3:

ESTADO DEL ARTE

DE LOS SADM EN LA PATOLOGIA CARDIOVASCULAR

CAPÍTULO 3. ESTADO DEL ARTE DE SADM EN LA PATOLOGÍA CARDIOVASCULAR

3.1. Introducción

Es necesario conocer el estado actual de los sistemas de ayuda a la decisión médica y evaluar las virtudes y carencias de dichos sistemas, teniendo en cuenta también el campo de aplicación y las enfermedades de las cual dar diagnóstico.

Martínez-Pérez et al. (2014) [45] concluían en “*Mobile Clinical Decision Support Systems and Applications: A Literature and Commercial Review*” que en los últimos años la cantidad de aplicaciones de mHealth que incluían herramientas de SADM se había visto incrementada rápidamente, pero entre especialidades médicas hay una gran diferencia en cuanto al número de estos sistemas disponibles. Hace también hincapié en que gran parte de estos sistemas y aplicaciones están centrados en la información que contienen, pero no dedican esfuerzos en el desarrollo de la interfaz o en la facilidad de uso. Por tanto, es muy importante ya no solo tener en cuenta la especialidad a la que el sistema va dirigido, sino también se debe tener en cuenta la opinión de los usuarios finales, evaluando la calidad de experiencia (QoE), con el fin de desarrollar aplicaciones con altas prestaciones que cumplan las expectativas de los usuarios a los que va dirigido.

En este apartado se presentará el estado del arte de los SADM, revisando la literatura existente y el mercado de las aplicaciones móviles en las diferentes tiendas virtuales. Esta revisión ha sido realizada hasta el mes de Junio de 2024.

Para la revisión de la literatura se consultó la base de datos PubMed. En cuanto a las aplicaciones comerciales, se realizarán búsquedas en las principales tiendas virtuales de aplicaciones de los sistemas operativos móviles que dominan el mercado, siendo estas Google Play para Android y Apple Store para iOS.

3.2. Metodología para búsqueda de información

3.2.1. Metodología para la revisión literaria

En la revisión de la literaria se ha realizado una búsqueda por comandos, aprovechando las funcionalidades avanzadas de los buscadores bases de datos científica. La combinación de palabras introducida ha sido:

(DSS OR CDSS OR “Decision Support”) AND Cardiovascular Surgery

Una vez introducidos los comandos en el buscador PubMed y obtener el resultado en bruto de la búsqueda, se analizaron los títulos de cada artículo. Si la información no era suficiente o poco descriptivo, se valora el contenido del abstract para determinar con mayor rapidez si el artículo era de interés para la presente revisión. Si con ello, aun no se obtenía la información suficiente para poder incluir el artículo entre los seleccionados, se procede a lectura del artículo en su totalidad, para decidir finalmente si es incluido en la revisión.

3.2.2. Metodología para la búsqueda de Aplicaciones comerciales

Con objeto de llevar a cabo una revisión de aplicaciones móviles que dispongan de un SADM relacionado con la cirugía cardiovascular, o estén relacionadas con la especialidad o manejo de úlceras, se realizó la búsqueda a través de las tiendas virtuales de los principales sistemas operativos, es decir Google Play para Android y Apple Store para iOS.

La búsqueda en estos buscadores tiene otra sistemática, ya que solo permiten introducir un término o la sucesión de varios términos, pero no permiten la búsqueda por comandos como las revistas y bases de datos académicas. Los términos utilizados para esta búsqueda han sido:

“Cirugía vascular”, “cardiovascular”, “úlceras vasculares”, “ulceras”, “wounds”, “wound care”

La selección se realizó de una forma similar a la relatada en la revisión de la literatura. Tras introducir los términos en el buscador y obtener los resultados, se valora el nombre comercial de la aplicación para decidir si es de interés para la revisión. Si con esto, no obtenemos una información suficiente, se procede a la lectura de la descripción que aparece al entrar en la tienda virtual antes de adquirir la aplicación. Si la aplicación era seleccionada para ser incluida en esta revisión, se procedía a su adquisición para realizar pruebas y estudiar las funcionalidades de cada aplicación. Durante la revisión no se encontraron aplicaciones de pago, pero algunas de ellas incluían contenido de pago, a los cuales no se accedía. Las pruebas de estas aplicaciones se realizaron en un Xiaomi Redmi Note 8T y una Tablet Huawei Mate 10 ALP-L09 para las aplicaciones del sistema operativo Android, y un iPhone 12 Plus y 15 Plus para las aplicaciones del sistema operativo iOS.

3.3. Revisión de la literatura

En este apartado, se mostrarán los resultados obtenidos tras la búsqueda en Pubmed. En la Figura 2 se muestra el total de resultados obtenidos, indicando cuántas publicaciones han sido descartadas inicialmente por estar duplicadas, seguido de la cantidad de publicaciones que han sido evaluadas, distinguiendo las publicaciones descartadas por ser poco o nada relevantes de las publicaciones seleccionadas por tratar un tema ligado al propósito de este trabajo.

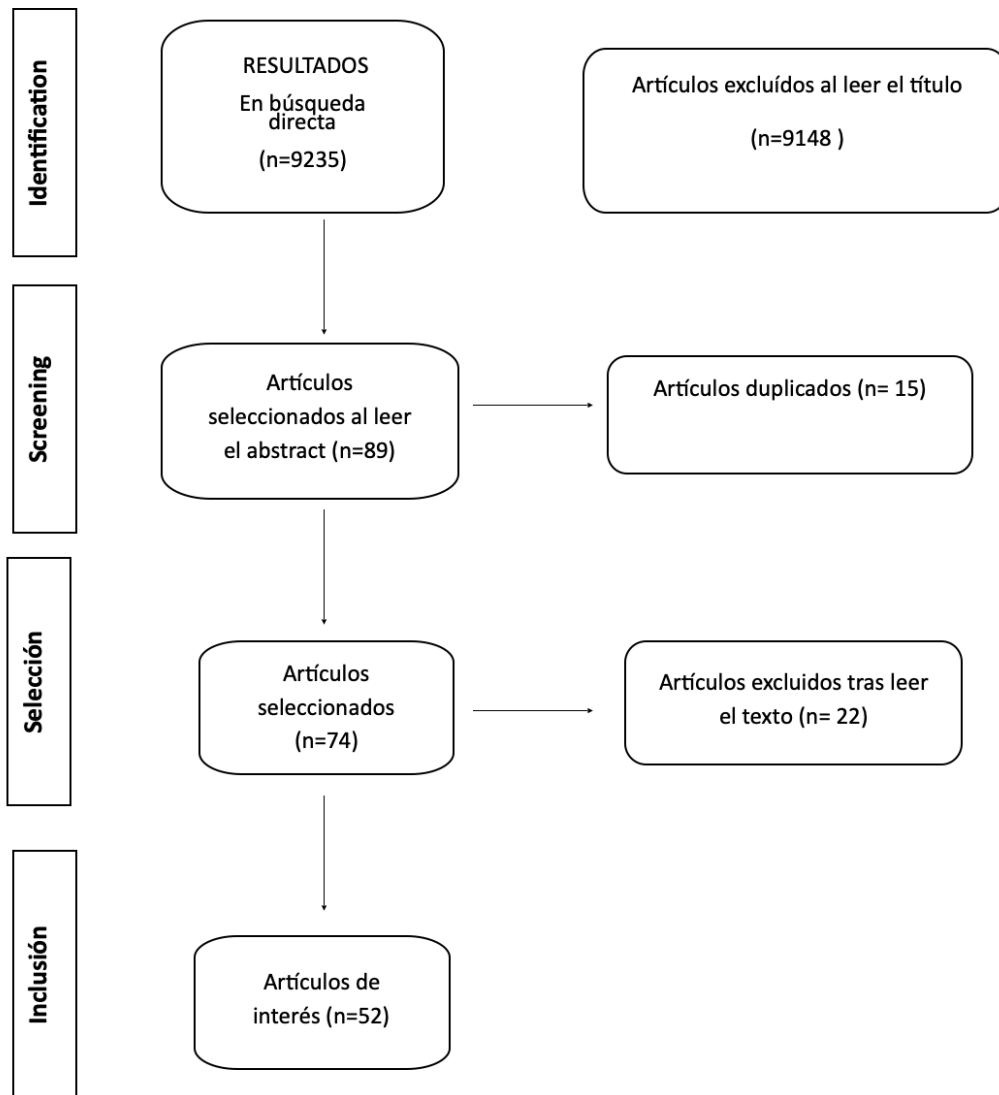


Figura 2. Clasificación seguida para la consulta de PubMed.

En los próximos apartados se analizarán las publicaciones seleccionadas. En la Tabla 4, se mostrarán todas las publicaciones valoradas para ser incluidas en esta revisión de la literatura, indicando el título de la publicación, los autores, el año de publicación y la revista en la que fue publicada.

3.3.1. Publicaciones sobre patología cardiovascular

A continuación, se muestra la Tabla 4 con las publicaciones seleccionadas en la revisión de la literatura:

Título del artículo	Año de publicación	Autores	Revista
Ruptured Abdominal Aortic Aneurysm: a Novel Method of Outcome Prediction Using Neural Network Technology	2000	E. P. L. Turton , D. J. A. Scott , M. Delbridge , S. Snowden and R. C. Kester	Pubmed /European Journal of Vascular and Endovascular Surgery
Analysis and computer program for rupture-risk prediction of abdominal aortic aneurysms	2006	Clement Kleinstreuer and Zhonghua Li.	BioMedical Engineering Online
Assessment of cardiovascular function by combining clinical data with a computational model of the cardiovascular system ⁴	2013	Koichi Sugimoto, Fuyou Liang, Yoshiharu Takahara, Kenji Yamazaki, Shu Takagi and Hao Liu.	Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery
Bayesian neural network approach for determining the risk of re-intervention after endovascular aortic aneurysm repair	2014	Attallah O, Ma X	Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine.
Computational model for prediction of fistula outcome	2014	Andrea Remuzzi, Simone Manini	Journal of Vascular Access

An Artificial Neural Network Stratifies the Risks of Reintervention and Mortality after Endovascular Aneurysm Repair; a Retrospective Observational study	2015	Alan Karthikesalingam, Omneya Attallah, Xianghong Ma, Sandeep Singh Bahia, Luke Thompson , Alberto Vidal-Diez, Edward C. Choke, Matt J. Bown, Robert D. Sayers, Matt M. Thompson1 , Peter J. Holt	PLoS ONE
Prediction of in-hospital mortality after ruptured abdominal aortic aneurysm repair using an artificial neural network	2015	Eric S. Wise, MD, Kyle M. Hocking, PhD, and Colleen M. Brophy	Journal of Vascular Surgery
A Comparison of a Machine Learning Model with EuroSCORE II in Predicting Mortality after Elective Cardiac Surgery: A Decision Curve Analysis	2016	Jerome Allyn, Nicolas Allou, Pascal Augustin, Ivan Philip, Olivier Martinet, Myriem Belghiti, Sophie Provenchere, Philippe Montravers, Cyril Ferdynus.	PLoS ONE
Using machine learning methods for predicting inhospital mortality in patients undergoing open repair of abdominal aortic aneurysm	2016	Ana Monsalve-Torra, Daniel Ruiz-Fernandez, Oscar Marin-Alonso, Antonio Soriano-Payá, Jaime Camacho-Mackenzie , Marisol Carreño-Jaimes.	Journal of Biomedical Informatics
The use of machine learning for the identification of peripheral artery disease and future mortality risk	2016	Elsie Gyang Ross, MSc, Nigam Shah, PhD, Ronald Dalman, Kevin Nead, MPhil, John Cooke, and Nicholas J. Leeper.	Journal of Vascular Surgery

Clinical Usefulness of a Mobile Application for the Appropriate Selection of the Antiarrhythmic Device in Heart Failure	2016	Antonio Curcio, Salvatore DE Rosa, Jolanda Sabatino, Simone de Luca, Angela Bochicchio, Alberto Polimeni, Giuseppe Santarpia, Pietrantonio Ricci, Ciro Indolfi.	Pacing and Clinical Electrophysiology
Ambulance smartphone tool for field triage of ruptured aortic aneurysms (FILTR): study protocol for a prospective observational validation of diagnostic accuracy	2016	Ana Monsalve-Torra, Daniel Ruiz-Fernandez, Oscar Marin-Alonso, Antonio Soriano-Payá, Jaime Camacho-Mackenzie, Marisol Carreño-Jaimes	Journal of Biomedical Informatics
BioPARR: A software system for estimating the rupture potential index for abdominal aortic aneurysms	2017	Grand Roman Joldes, Karol Miller, Adam Wittek, Rachael O. Forsythe, David E. Newby & Barry J. Doyle.	Scientific Reports
Frailty and cardiovascular surgery, deep neural network versus support vector machine to predict death	2018	Rashmee Shah, Yijun Shao, Kristina Doing-Harris, Charlene Weir, Yan Cheng, Bruce Bray, Qing Zeng,	Interventional Cardiology
Artificial intelligence to predict needs for urgent revascularization from 12-lead electrocardiography in emergency patients	2018	Shinichi Goto, Mai Kimura, Yoshinori Katsumata, Shinya Goto, Takashi Kamatani, Genki Ichihara, Seien Ko, Junichi Sasaki, Keiichi Fukuda, Motoaki Sano.	PLoS ONE

Prediction models for clinical outcome after a carotid revascularization procedure an external validation study	2018	Eline J. Volkers, Ale Algra, L. Jaap Kappelle, Olav Jansen, George Howard, Jeroen Hendrikse y cols.	Stroke
Dynamic mortality prediction using machine learning techniques for acute cardiovascular cases	2018	Oleg Metskera, Sergey Sikorskya, Aleksey Yakovlevb and Sergey Kovalchuka	Procedia Computer Science
Fully automatic detection and segmentation of abdominal aortic thrombus in post-operative CTA images using deep convolutional neural networks	2018	Karen López-Linares, Nerea Aranjuelo, Luis Kabongo, Gregory Maclair, Nerea Lete, Mario Ceresa, Ainhua García-Familiar, Iván Macía, Miguel A. González Ballester	Medical Image Analysis
Derivation and validation of machine learning approaches to predict acute kidney injury after cardiac surgery	2018	Hyung-Chul Lee, Hyun-Kyu Yoon , Karam Nam, Youn Joung Cho , Tae Kyong Kim, Won Ho Kim and Jae-Hyon Bahk	Journal of Clinical Medicine
Applied Machine Learning for the Prediction of Growth of Abdominal Aortic Aneurysm in Humans	2018	R. Lee a, D. Jarchi, R. Perera , A. Jones, I. Cassimjee, A. Handa, D.A. Clifton.	EJVES Short Reports

Using machine learning to optimize selection of elderly patients for endovascular thrombectomy	2019	Ali Alawieh, Fadi Zaraket, Mohamed Baker Alawieh, Arindam Rano Chatterjee, Alejandro Spiotta	Clinical Neurology
Artificial intelligence to predict needs for urgent revascularization from 12-lead electrocardiography in emergency patients	2019	Shinichi Goto, Mai Kimura, Yoshinori Katsumata, Shinya Goto, Takashi Kamatani, Genki Ichihara, Seien Ko, Junichi Sasaki, Keiichi Fukuda, Motoaki Sano	PLoS ONE
Deep Learning-Based Risk Model for Best Management of Closed Groin Incisions After Vascular Surgery	2020	Bora Chang, Zhifei Sun, Prabath Peiris, Erich S. Huang, Ehsan Benrashed, and Ellen D. Dillavou.	Journal Of Medical Research
The prototype device for non-invasive diagnosis of arteriovenous fistula condition using machine learning methods	2020	Marcin Grochowina, Lucyna Leniowska, Agnieszka Gala-Błądzińska	Scientific Reports
Predicting the Outcome of Limb Revascularization in Patients With Lower-extremity Arterial Trauma: Development and External Validation of a Supervised Machine-learning Algorithm to Support Surgical Decisions	2020	Zane B. Perkins, Barbaros Yet, Anna Sharrock, Rory Rickard, William Marsh, Todd E. Rasmussen, and Nigel R. M. Tai.	Annals of surgery

Detection and Severity Assessment of Peripheral Occlusive Artery Disease via Deep Learning Analysis of Arterial Pulse Waveforms: Proof-of-Concept and Potential	2020	SooHo Kim, Jin-Oh Hahn and Byeng Dong Youn	Frontiers in Bioengineering and Biotechnology
A mobile app (mHeart) to detect medication nonadherence in the heart transplant population: Validation study	2020	Mar Gomis-Pastor, Eulalia Roig, Sonia Mirabet , Jan T De Pourcq, Irene Conejo, Anna Feliu y cols	JMIR mHealth and uHealth
Using Machine Learning to Predict Acute Kidney Injury After Aortic Arch Surgery	2020	Guiyu Lei, Guyan Wang , Congya Zhang, Yimeng Chen, Xiying Yang, M.	Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia
Machine Learning Algorithms for Predicting and Risk Profiling of Cardiac Surgery-Associated Acute Kidney Injury	2020	Jahan C. Penny-Dimri, Christoph Bergmeir, Christopher M. Reid, Jenni Williams-Spence, Andrew D. Cochrane and Julian A. Smith.	Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery
A Machine Learning Approach for Predicting Early Phase Postoperative Hypertension in Patients Undergoing Carotid Endarterectomy	2020	Jinyun Tan, Qi Wang, Weihao Shi, Kun Liang, Bo Yu, and Qingqing Mao.	Annals of Vascular Surgery

Computational Modeling to Support Surgical Decision Making in Single Ventricle Physiology	2020	Tain-Yen Hsia, Timothy Conover, and Richard Figliola, for the Modeling of Con- genital Hearts Alliance (MOCHA) Investigators	Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery: Pediatric Cardiac Surgery Annual
Machine learning models for synthesizing actionable care decisions on lower extremity wounds	2020	Holly Nguyen, Emmanuel Agu, Bengisu Tulu, Diane Strong, Haadi Mombini, Peder Pedersen, Clifford Lindsay, Raymond Dunn, Lorraine Loretz	Smart Health
Predicting the Outcome of Limb Revascularization in Patients With Lower-extremity Arterial Trauma	2020	Zane B. Perkins, Y Barbaros Yet, Anna Sharrock, Rory Rickard, William Marsh, Todd E. Rasmussen, and Nigel R. M. Tai.	Annals of Surgery
Multimodal Predictive Modeling of Endovascular Treatment Outcome for Acute Ischemic Stroke Using Machine-Learning	2020	Gianluca Brugnara, Ulf Neuberger, Mustafa A. Mahmutoglu, Martha Foltyn, Christian Herweh, Simon Nagel, Silvia Schönenberger, Sabine Heiland, Christian Ulfert, Peter Arthur Ringleb, Martin Bendszus, Markus A. Möhlenbruch, Johannes A.R. Pfaff, Philipp Vollmuth.	Stroke
Prediction of 1-year mortality after heart transplantation using machine learning approaches: A single-center study from China	2021	Ying Zhou, Si Chen Zhenqi Rao, Dong Yang, Xiang Liu, Nianguo Dong, Fei Li	International Journal of Cardiology

Predicting Clinical Outcomes in Acute Ischemic Stroke Patients Undergoing Endovascular Thrombectomy with Machine Learning	2021	Yao Hao Teo, Isis Claire Z. Y. Lim, Fan Shuen, Tsen Yao Neng Teo, Chery Shumin Kow, Zi Hui Celeste Ng y cols.	Clinical Neuroradiology
Prediction of Distal Aortic Enlargement after Proximal Repair of Aortic Dissection Using Machine Learning	2021	Min Zhou, Zhenyu Shi, Xu Li, Liang Cai, Yong Ding, Yi Si, Hongwen Deng, and Weiguo Fu.	Annals of Vascular Surgery
A Machine Learning Framework for Risk Prediction of Multi-label Cardiovascular Events based on Focused Carotid Plaque B-Mode Ultrasound: A Canadian Study	2021	Ankush Jamthikar, Deep Gupta, Amer M. Johri, Laura E. Mantella, Luca Saba, Jasjit S. Suri	Computers in Biology and Medicine
Deep Learning and Multivariable Models Select EVAR Patients for Short-Stay Discharge	2021	Devin S. Zarkowsky, Besma Nejim, Itay Hubara, Caitlin W. Hicks, Philip P. Goodney, Mahmoud B. Malas.	Vascular and Endovascular Surgery
Machine Learning to Predict Outcomes and Cost by Phase of Care After Coronary Artery Bypass Grafting	2021	Rodrigo Zea-Vera, Christopher T. Ryan, Jim Havelka, Stuart J. Corr, Tom C. Nguyen, Subhasis Chatterjee y cols.	The Annals of Thoracic Surgery

A comparative study of classification and prediction of Cardio-Vascular Diseases (CVD) using Machine Learning and Deep Learning techniques	2021	M. Swathy K. Saruladha	ICT express
A Deep-Learning Algorithm-Enhanced System Integrating Electrocardiograms and Chest X-rays for Diagnosing Aortic Dissection	2021	Wei-Ting Liu, Chin-Sheng Lin, Tien-Ping Tsao, Chia-Cheng Lee, Cheng-Chung Cheng, Jiann-Torng Chen, Chien-Sung Tsai, Wei-Shiang Lin and Chin Lin.	Canadian Journal of Cardiology
Optimizing predictive strategies for acute kidney injury after major vascular surgery	2021	Amanda C. Filiberto, Tezcan Ozrazgat-Baslanti, Tyler J. Loftus, Ying-Chih Peng, Shounak Datta, Philip Efron, Gilbert R. Upchurch Jr., Azra Bihorac, Michol A. Cooper.	Annals of Surgery
A Machine Learning Approach for Predicting Complications in Descending and Thoracoabdominal Aortic Aneurysms	2021	Nicolai P. Ostberg, M.S., Mohammad A. Zafar, Sandip K. Mukherjee, Bulat A. Ziganshin, John A. Elefteriades.	The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery
Vasculink iPhone Application and Risk Prediction Model for Groin Complication in Vascular Surgery	2022	Kenneth A. Livingston, Ezra Koh, Mu'ath Adlouni, Adel Hassan, Maham Rahim	Annals of Vascular Surgery

Machine learning based hybrid anomaly detection technique for automatic diagnosis of cardiovascular diseases using cardiac sympathetic nerve activity and electrocardiogram	2023	Merve Begum Terzi, Orhan Arikkan	Biomed Tech
Comparison of machine learning techniques in prediction of mortality following cardiac surgery: analysis of over 220 000 patients from a large national database	2023	Shubhra Sinha, Tim Dong, Arnaldo Dimagli, Hunaid A. Vohra, Chris Holmes, Umberto Benedetto and Gianni D. Angelini	European Journal of Cardio-Thoracic Surgery
Development and validation of a prediction model to predict major adverse cardiovascular events in elderly patients undergoing noncardiac surgery: A retrospective cohort study	2023	Kai Zhang, Chang Liu, Xiaoling Sha, Siyi Yao, Zhao Li, Yao Yu Jingsheng Lou, Qiang Fu, Yanhong Liu, Jiangbei Cao, Jiaqiang Zhang, Yitian Yang, Weidong Mi, Hao Li	Atherosclerosis

Development, External Validation, and Visualization of Machine Learning Models for Predicting Occurrence of Acute Kidney Injury after Cardiac Surgery	2023	Jiakang Shao, Feng Liu, Shuaifei J, Chao Song, Yan Ma, Ming Shen, Yuntian Sun, Siming Zhu, Yilong Guo ¹ , Bing Liu, Yuanbin Wu, Handai Qin, Shengwei Lai, Yunlong Fan	Review in Cardiovascular Medicine
Machine learning for diagnosis of myocardial infarction using cardiac troponin concentrations	2023	Dimitrios Doudesis, Kuan Ken Lee, Jasper Boeddinghaus, Anda Bularga, Amy V. Ferry, Chris Tuck, y cols.	Nature Medicine
Deep learning approach for cardiovascular disease risk stratification and survival analysis on a Canadian cohort	2024	Mrinalini Bhagawati, Sudip Paul, Laura Mantella, Amer M Johri, Jhon R Laird, Inder M Singh y cols	International Journal Of cardiovascular Imaging

Tabla 4 . Publicaciones seleccionadas sobre patología cardiovascular

La tabla recoge un total de 52 publicaciones relacionadas con la patología cardiovascular, incluyendo dentro de ellas, la medicina vascular y la cirugía cardiovascular y vascular periférica. La mayoría de las publicaciones revisadas están relacionadas con SADM mediante machine learning, deep learning y demás técnicas de inteligencia artificial. Cabe destacar que la patología aneurismática aórtica es la que más publicaciones tiene al respecto.

En la Figura 3 se muestran el número de publicaciones en función de año de publicación, a continuación, se mostrará la Figura 4 con la distribución de los artículos dependiendo de la subespecialidad dentro de la patología cardiovascular.

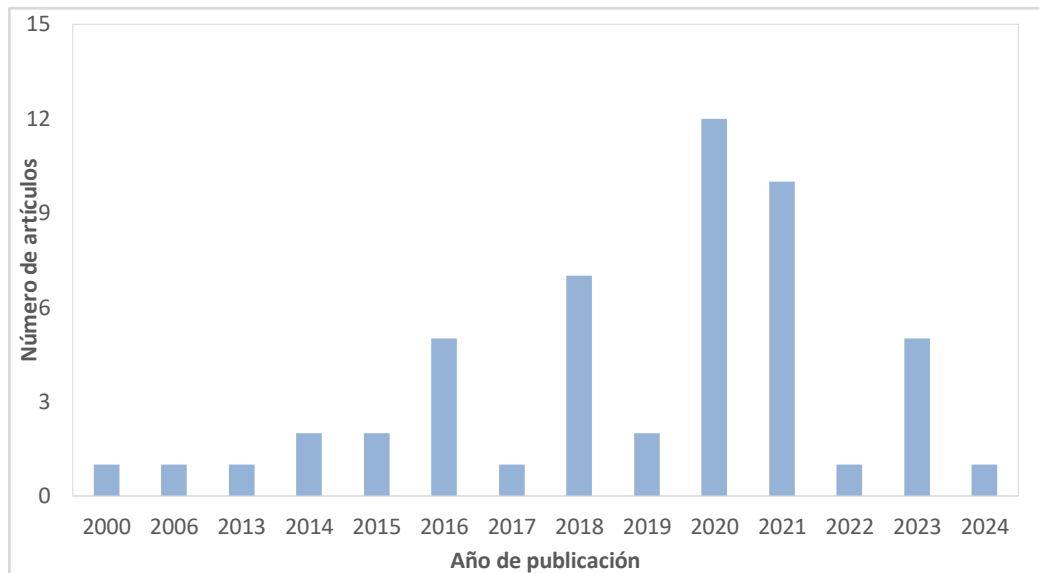


Figura 3. Distribución de los artículos en función del año de publicación. Fuente: propia.

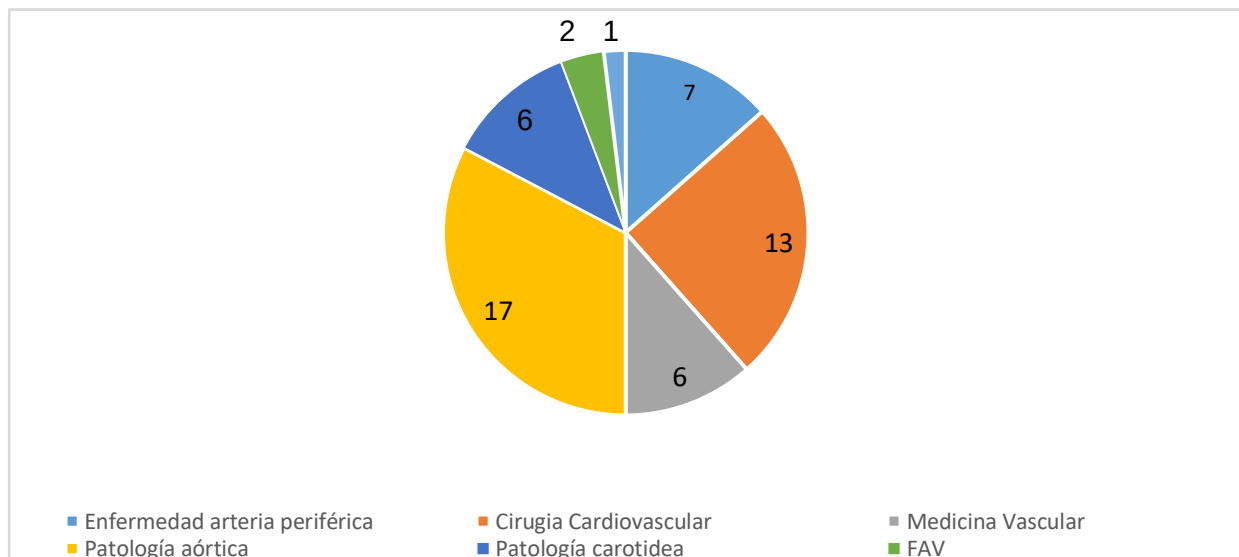


Figura 4. Distribución de los artículos en función de la subespecialidad. Fuente: propia.

A continuación, pasaremos a describir las publicaciones más relevantes y relacionadas con la patología cardiovascular por fecha de publicación:

Klienstreuer y cols, (2006) [46] desarrollaron un programa informático para monitorizar el riesgo de pacientes con aneurismas de aorta abdominal (AAA) mediante la variación durante el seguimiento de parámetros biomecánicos. Basándose en la presión media de un paciente, la geometría y las propiedades mecánicas del AAA, así como parámetros demográficos del paciente, el programa calcula los factores de riesgo biomecánicos, evalúa el parámetro de gravedad para la ruptura del AAA y proporciona recomendaciones para cirujanos endovasculares (bajo riesgo, observación, cirugía electiva o ruptura inminente). A continuación, se muestra el programa informático con las variables

de estudio (Figura 5) y posteriormente el ejemplo de un paciente ejemplo del resultado del programa (Figura 6).

Browse results

Patient's name: Johnson **Visit number:** 1 **Measurement date:** 1/1/2003

Patient's basic information

Name: Johnson Gender: Male Weight: 165.0 lbs Hypertension: yes
 ID: 123456789 Age: 67 Smoker: yes Cardiovascular disease: yes
 Birthdate: 1/1/1936 Height: 6.2 ft COPD: yes Renal impairment: yes

Measured data

Systolic pressure (p_{sys})	130.0 mmHg	AAA neck diameter-1 (d_{neck1})	21.0 mm
Diastolic pressure (p_{dia})	88.0 mmHg	AAA neck diameter-2 (d_{neck2})	20.0 mm
$d_{AAA,max}$ under systolic pressure	60.0 mm	AAA neck length (L_{neck})*	30.0 mm
$d_{AAA,max}$ under diastolic pressure	59.0 mm	AAA neck angle*	32.0 degree
Diameter transverse to $d_{AAA,max}$ (H_{AAA})	53.0 mm	Neck wall thickness (t_{AA})*	2.0 mm
Distance from O to anterior (L_a)*	40.0 mm	Maximum lumen diameter (D_{lumen})	31.0 mm
Distance from O to posterior (L_p)*	20.0 mm	Diameter transverse to D_{lumen} (H_{lumen})	32.0 mm
AAA length (L_{AAA})	80.0 mm	AAA cross-section area (A_{AAA})*	2497.6 mm ²
AAA center-line length (L_{center})	100.0 mm	Lumen cross-section area (A_{lumen})*	779.1 mm ²
AAA wall thickness (t_{AAA})*	1.4 mm	ILT cross-section area (A_{ILT})*	1718.4 mm ²

*Note: Items with * may be ignored if measurement is not available.*

Results

AAA/neck diameter ratio	2.93	Wall stiffness decrease rate	0.00 %/year	Severity Parameter 0.51 in 1/2003
Growth rate	9.56 %/year	ILT/AAA area ratio	0.69	
Maximum AAA wall stress	0.26 MPa	Asymmetry index	0.50	
AAA/neck stress ratio	2.88	AAA diameter/AAA length	0.75	
Distolic pressure/90mmHg	0.98			

Print **Exit**

Figura 5. Tabla de variables analizadas [49].

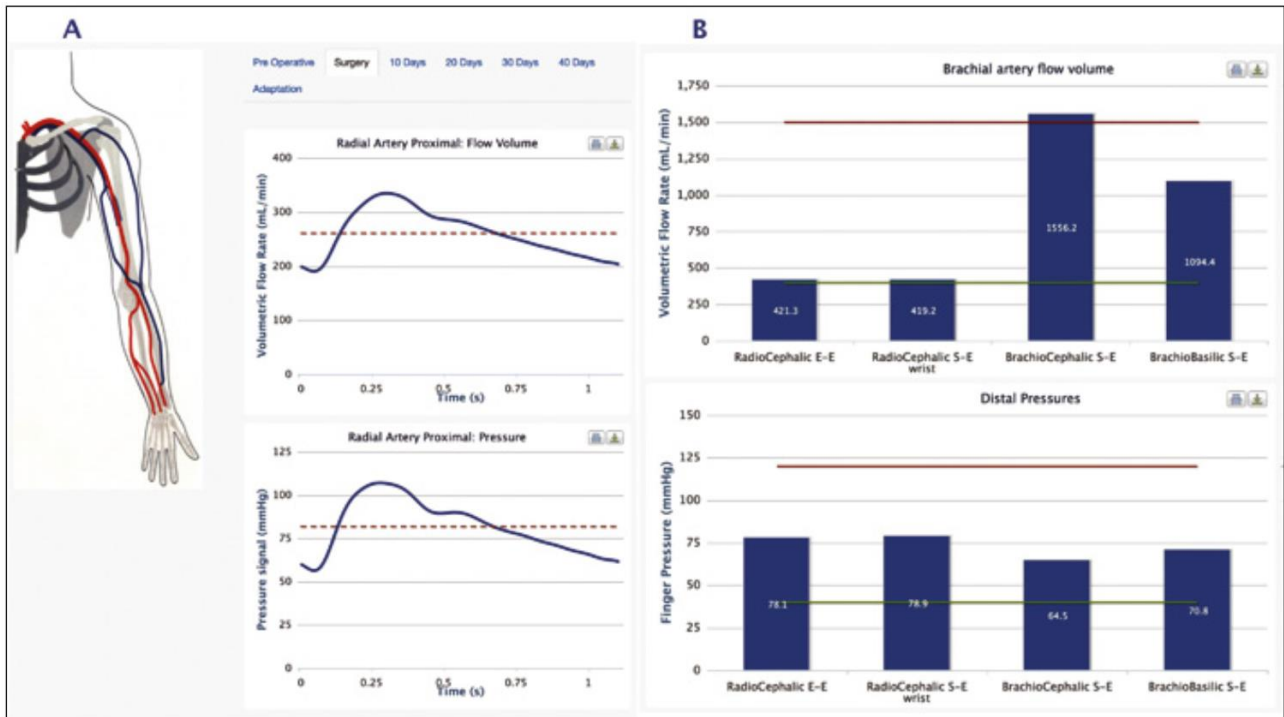


Figura 6: Resultados paciente ejemplo [46].

Los autores concluyen que el programa es una potente herramienta para evaluar el riesgo de pacientes con AAA < 5cm, ya que se basa en múltiples parámetros biomecánicos y no solo el tamaño o la tasa de crecimiento como se suele evaluar actualmente, y que proporciona una herramienta para ayudar al manejo de estos pacientes.

Remuzzi y cols (2014) [47] desarrollaron un modelo computacional para ayudar a la planificación quirúrgica de las fístulas arteriovenosas (FAV) para hemodiálisis. Las FAV autólogas son la mejor opción para pacientes con enfermedad renal avanzada que precisan un acceso vascular para hemodiálisis. La planificación correcta de la misma es vital para la maduración y durabilidad de la FAV. Este grupo ha desarrollado un modelo numérico que permite simular el efecto de una anastomosis de FAV en la circulación del brazo. Los parámetros utilizados están relacionados con los diámetros y presión prequirúrgica de las venas y arterias a distintos niveles y los cambios en las

dimensiones de los vasos (arteriales y venosos), así como estimar la presión arterial que tendría esa FAV. Una vez que los datos de entrada están disponibles, el modelo estima el flujo alcanzable de la FAV con una anastomosis quirúrgica dada y una ubicación seleccionada después de la remodelación vascular y la maduración de la FAV. Esto es de gran ayuda para la planificación quirúrgica. Con ello evitamos FAVs que no maduran por bajo flujo o FAV con flujos muy altos que puedan generar



isquemia por síndrome de robo. En la Figura 7 se puede observar la interfaz del usuario.

Figura 7: Representación de la interfaz de usuario. Resultados del modelado computacional para la planificación de la FAV. A) Formas de onda del flujo sanguíneo y la presión en la arteria radial inmediatamente después del procedimiento quirúrgico. B) Comparación del flujo braquial previsto después de la cirugía y la maduración de la FAV [47].

Lewis y cols (2016) [48] diseñaron un estudio observacional multicéntrico prospectivo cuyo objetivo era evaluar la precisión diagnóstica de una herramienta de triaje prehospitalario a través de un teléfono inteligente para la detección del AAA rotos. Una evaluación diagnóstica más rápida y precisa en el entorno prehospitalario y la transferencia directa a un centro vascular de referencia capaz de proporcionar una intervención precoz permite reducir la mortalidad en las poblaciones con AAAr. La primera etapa se basó en el desarrollo de un sistema de triaje prehospitalario que requirió la validación y evaluación de un sistema de apoyo a la toma de decisiones clínicas. Esto se llevó a cabo en Londres a través del Servicio de Ambulancias. Los facultativos de ambulancia utilizarán una puntuación

logística desarrollada en el St George's Vascular Institute para su uso como aplicación móvil en una plataforma de teléfonos inteligentes. Durante cada valoración con el paciente, se recopilarán los parámetros clave necesarios para predecir el riesgo de AAAr mediante la aplicación. La recopilación de datos comenzó en noviembre de 2014 y el estudio reclutará un mínimo de 1150 pacientes no consecutivos durante un período de tiempo de 2 años.

No hemos encontrado la publicación definitiva con los resultados de este proyecto piloto.

Ross y cols (2017) [49] desarrollaron algoritmos de aprendizaje automático para la identificación de enfermedades y el pronóstico del riesgo de mortalidad para pacientes con enfermedad arterial periférica (EAP). Con una base retrospectiva de 1755 pacientes, con parámetros demográficos, información clínica y de imágenes emplearon múltiples algoritmos de aprendizaje automático para construir modelos que pudieran identificar a los pacientes con EAP y predecir la mortalidad futura. Además, se realizó una comparación con modelos estándar de regresión lineal por pasos. Observaron que los modelos de aprendizaje automático superaron a los modelos de regresión logística, siendo el modelo random forest el que obtuvo mejor precisión para la mortalidad de pacientes con EAP. Estas herramientas pueden permitir la detección automática de personas con enfermedad vascular y permitir intervenciones preventivas personalizadas antes del desarrollo de aterotrombosis terminal. En general, la identificación de pacientes "en riesgo" y el manejo posterior de los factores de riesgo, con postes intervenciones adicionales en este tipo de pacientes.

Estas herramientas son clave para una medicina preventiva y de precisión. El desarrollo de estos modelos predictivo, permite al facultativo obtener una estimación confiable de la probabilidad de EAP en un paciente asintomático y que de otro modo podría estar infradiagnosticado, y que presenta un riesgo elevado de desarrollo de EAP y sus posteriores complicaciones.

Actualmente se están diseñando algoritmos de aprendizaje automático para vigilar continuamente el historial médico electrónico de manera automatizada, lo que proporciona análisis predictivos en tiempo real para la atención al paciente. De hecho, cada vez es más posible extraer datos de pacientes aún más matizados del historial médico electrónico con técnicas de procesamiento de lenguaje natural y basadas en reglas [50] y usar estos datos para predecir con precisión los resultados de los pacientes en gran cantidad patologías.

Joldes y cols (2017) [51] desarrollaron un sistema de software para facilitar el análisis del AAA utilizando un enfoque basado en el análisis datos extraídos de las distintas pruebas de imagen (Angio-TAC o Angio RM) y la simulación de diferentes escenarios de modelado (p. ej., con/sin trombo). El

artículo informa sobre los datos preliminares de 48 casos. Este software gratuito permitirá a los investigadores realizar una evaluación comparativa de AAA utilizando un enfoque estandarizado.

Está c

Alawi

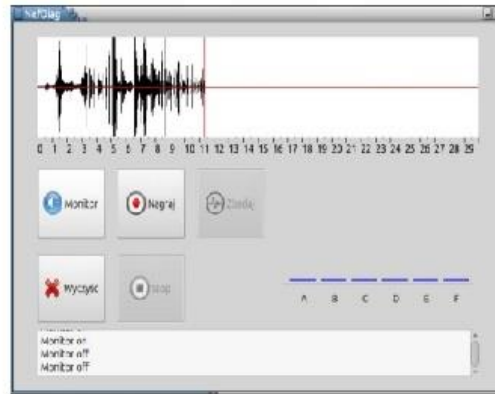
de tr

pacier

obten

model

deter



.au/.

liarios

o para

e para

ne un

, para

lación

prospectiva y retrospectiva, SPOT se lanzó como una herramienta en línea y gratuita [56]. En personas mayores pacientes que presentan un ictus, con indicación para trombectomía, SPOT proporciona una predicción rápida sobre si el paciente es apto o no para dicho tratamiento.

Chang y cols. (2020) [57], crearon un software cuyo objetivo era aplicar un modelo predictivo mediante deep learning, basado en el riesgo de infección para seleccionar aquellos pacientes que se beneficiarían del uso de un dispositivo de presión negativa para heridas en cirugía infrainguinal y estimar el impacto financiero que ello supone.

Las infecciones de las heridas quirúrgicas son complicaciones que generan una importante carga asistencial con incremento de la estancia hospitalaria, reingresos y por tanto incremento importante del coste del procedimiento. Por otro lado, la infección puede desencadenar la infección de los procedimientos de revascularización realizados que pueden poner en riesgo la vida y/o la extremidad del paciente. El uso de la terapia de presión negativa, ha demostrado reducir las complicaciones del sitio quirúrgico [58], sin embargo, la selección de pacientes sigue siendo controvertido, ya que la sobreutilización como la subutilización del dispositivo puede conducir a una atención costosa e ineficiente. Tras el desarrollo del software, concluyen es una herramienta complementaria para determinar el mejor uso de la terapia de presión negativa optimizando el uso del mismo.

Grochowina y cols (2020) [59], publicaron un trabajo cuyo objetivo fue desarrollar una herramienta para monitorizar las FAV con el análisis la onda de flujo mediante el uso de un doppler. El proceso de adquisición de señales se realizó mediante un software. Crearon un sistema llamado 'NefDiag' (Figura 8) para detectar la estenosis del acceso vascular implementado en un dispositivo con microprocesador y equipado con una aplicación dedicada para predecir la progresión de la estenosis con una precisión del 80%. En la Figura 9 se muestra la estructura del software.

Figura 8: Dispositivo y panel de control de la aplicación Nefdag [59]

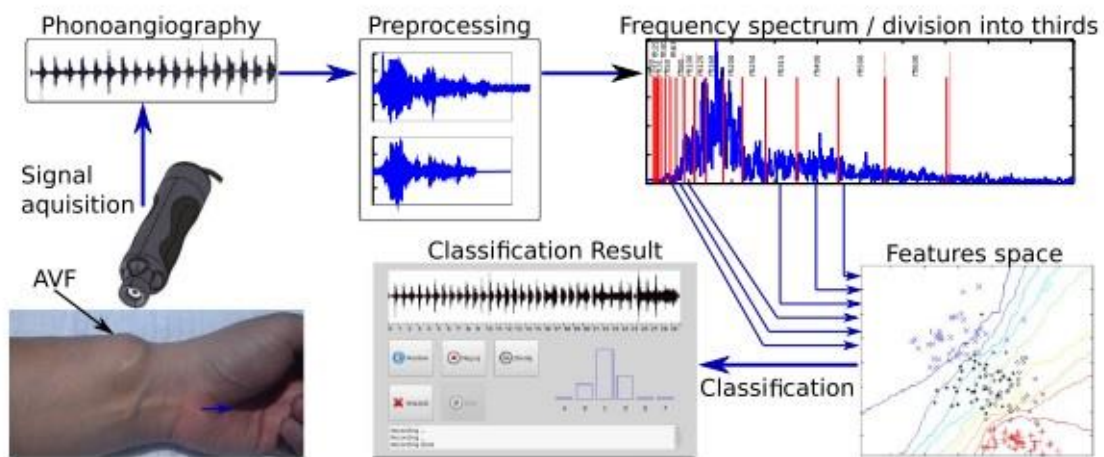
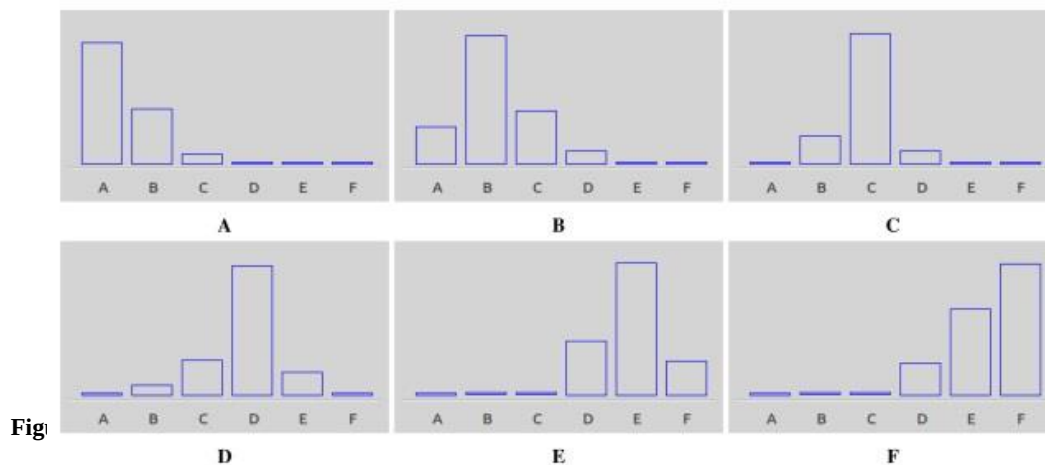


Figura 9. Representación esquemática del software [59]

Tras el diseño del prototipo con microprocesador con el sistema de evaluación inteligente cuyo funcionamiento se basa en la clasificación de pacientes en seis tipos clasificados, desde la letra A hasta la F, siendo la A la mejor condición hemodinámica y F la peor (Figura 10).



Fig

Nguyen y cols (2020) [60], proponen un SADM para el manejo clínico de las úlceras en extremidades inferiores. Se basa en clasificadores de machine learning para generar decisiones clínicas sobre cuatro tipos de úlceras: úlcera neuropática, úlceras por presión, úlceras isquémicas y flebostáticas. Estas decisiones fueron:

- 1- Continuar el tratamiento actual.
- 2- Solicitar un cambio no urgente en el tratamiento a un especialista en heridas.
- 3- Derivar al paciente a un especialista en heridas.

Este SADM se basó en el uso de machine learning, de tal modo que el personal de enfermería capturaría una imagen de la herida con la aplicación para teléfonos inteligentes y se le solicitaría que ingresara información sobre las características de la úlcera, como la localización, tamaño, profundidad y otras características clínicas que cualquier profesional sanitario, podría evaluar con facilidad. Estas características de la herida, validadas clínicamente, serían la única entrada para el clasificador de machine learning, en el caso en el que el usuario no sea un experto en úlceras. En el caso de que se puedan incluir notas de evaluación clínica de expertos en el cuidado de heridas, cumpliría la misma función y contendría información similar a las notas de la HCE. Estas notas simulan un escenario en el que un experto ha realizado previamente una consulta o evaluación remota que se ha documentado en la HCE. El apoyo automatizado a la toma de decisiones mediante clasificadores machine learning permitiría a los pacientes recibir atención estandarizada de sus heridas por parte de los facultativos o personal de enfermería no familiarizados con el diagnóstico y tratamientos de úlceras.

Zarkowsky y cols (2021) [61], desarrollaron una aplicación móvil que calcula el potencial de estancia corta que presenta un paciente al que se le ha realizado un tratamiento endovascular de reparación de aneurismas de aorta (EVAR). Para ello se revisaron los datos incluidos en la Iniciativa de Calidad

Vascular (VQI) que contiene información anónima de los pacientes asociada con cirugías e intervenciones vasculares, incluida EVAR, recopilados en hospitales de Estados Unidos y Canadá. Revisaron a todos los pacientes intervenidos mediante EVAR entre enero de 2003 y mayo de 2017. Con todos estos datos desarrollaron una puntuación de predicción para el alta hospitalaria de corta estancia basado en la regresión logística multivariable validada externamente según el método descrito por Sullivan y cols. [62]. El algoritmo de alta hospitalaria de corta estancia se publicó como una herramienta gratuita en el sitio web de QxMD, así como también se incorporó a la aplicación gratuita para teléfonos inteligentes de QxMD en la dirección <https://qxcalc.app.link/vqidis>.

The screenshot shows the 'Calculate' web application by QxMD. The main heading is 'EVAR Short-Stay Discharge'. On the left, under 'Questions', there is a list of 12 items: 1. Age?, 2. Gender?, 3. Pre-hospital nursing home?, 4. Hypertension?, 5. eGFR < 60 mL/min/1.73 m2?, 6. CHF?, 7. COPD?, 8. BMI?, 9. Pre-op hemoglobin?, 10. Procedure time?, 11. Anesthesia?, and 12. Uni-iliac graft?. On the right, the first question '1. Age?' is expanded, showing three input fields with the following labels: '< 74 Years', '74 - 79 Years', and '≥ 80 Years'.

Figura 11. Aplicación para el cálculo de corta estancia tras EVAR [62].

3.3.2. Aplicaciones comerciales

Actualmente existe una gran cantidad de aplicaciones móviles en la categoría de medicina y en concreto en lo que respecta a la patología cardiovascular. Muchas de ellas no son SADM sino que son informativas, incluyen guías clínicas internacionales, otras informan sobre congresos y otros eventos relacionados con la patología cardiovascular. Otras orientadas más al paciente, para control y registro de parámetros como la tensión arterial, registro de datos analíticos con el objetivo de llevar un mejor control de la enfermedad o de mejorar la adherencia los tratamientos médicos.

Tras la búsqueda con los comandos que se describieron en el apartado 3.2.2, se han seleccionado los SADM más relevantes en relación con la patología cardiovascular. A continuación, se muestran según el orden de los resultados obtenidos:

3.3.2.1. Guía UPP [63]

Se trata de una aplicación especializada en la clasificación, diagnóstico, prevención y tratamiento de las úlceras por presión. Diseñado y desarrollado para los sistemas operativos Android e iOS. Es de descarga gratuita. Es una aplicación sencilla e intuitiva. Al abrir la aplicación, en la pantalla principal aparece el logo de la aplicación y una serie de botones a través de los cuales se podrá acceder al contenido de la misma.

La aplicación incluye varios apartados:

- **Clasificación:** En esta sección se podrá acceder a información básica de las úlceras por presión (UPP) en cuanto a epidemiología, conceptos, factores de riesgo y las clasificaciones, fases de la cicatrización....
- **Valoración:** En esta sección se encuentran las diferentes escalas de valoración (Braden, Emina, Norton modificada), valoración del dolor y valoración nutricional del paciente.
- **Prevención:** Esta sección aporta información sobre la valoración del riesgo, seguimiento y cuidados específicos (cuidados de la piel, actividad física, cambios posturales...).
- **Tratamiento:** Aquí se podrá acceder a la valoración del paciente y su entorno y de la propia úlcera. Por otro lado, se podrá acceder a los cuidados propios de la UPP (control del exudado, control de la infección...), manejo del dolor y continuidad de cuidados.
- **Productos:** Contiene información sobre diferentes tipos de apósitos y productos para el tratamiento local de la UPP.
- **Información:** Sección que aporta información sobre el autor, contacto y vínculo para el portal de Facebook de la aplicación.

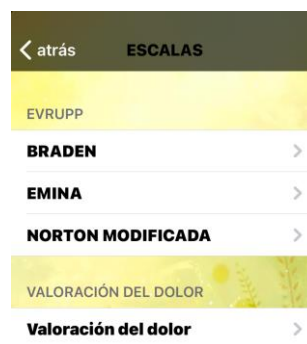


Imagen 1. Pantallas de la aplicación “Guía UPP”. Fuente: Apple Store. [63]

3.3.2.2. *Pressure Ulcer Measure* [64]

Es una aplicación gratuita en lengua inglesa disponible para iOS. Se trata de una aplicación muy básica cuyo objetivo es medir el tamaño y área de la úlcera utilizando la cámara del dispositivo móvil. Esto permite al usuario valorar la reducción del tamaño durante el seguimiento del paciente.

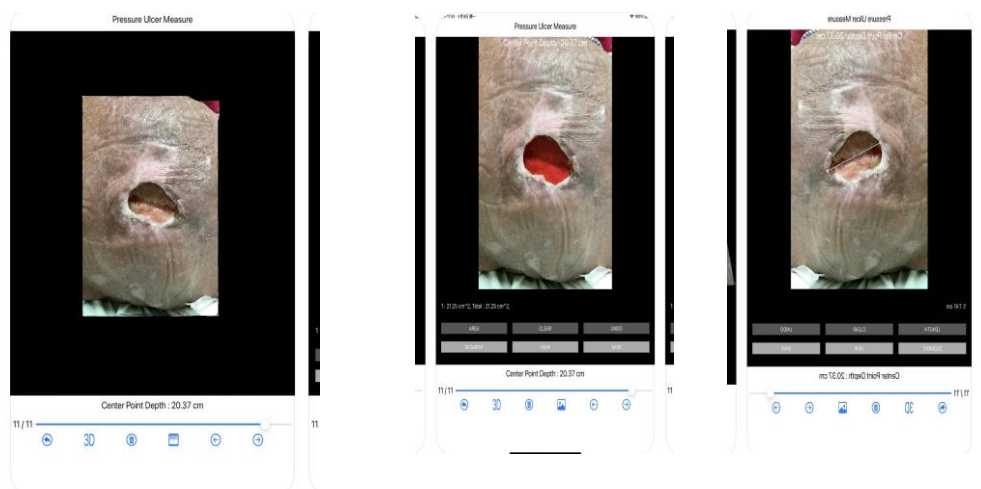


Imagen 2. Pantallas de la aplicación “Pressure Ulcer Measure”. Fuente: Apple Store [64].

3.3.2.3. *BCG PressureUlcer Guide* [65]

Es una aplicación gratuita en lengua inglesa disponible tanto para el sistema operativo Android como para iOS. Se trata de una aplicación financiada por el East London Foundation Trust and NHD England. La aplicación va dirigida para todo personal sanitario que esté al cargo de pacientes con UPP, dando información teórica y del manejo en cada una de las fases de la úlcera. Es muy sencilla

e intuitiva, con gráficos y fotos para ayudar al usuario a reconocer las distintas fases del proceso. La pantalla inicial de la aplicación nos muestra los estadios de las UPP. Al pulsar en ellas podemos acceder a una descripción de las características macroscópicas de dicha fase. Posteriormente dentro de esta misma pantalla, aparece una foto ejemplo y contiene un botón a través del cual podemos acceder al tratamiento.

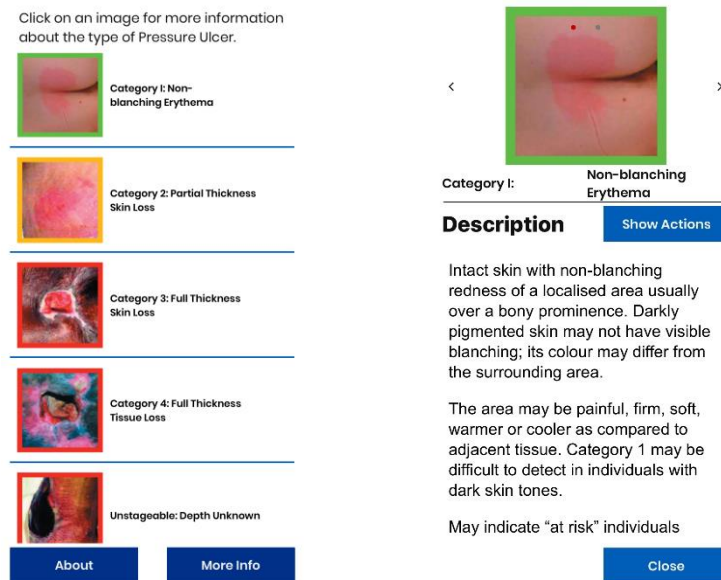


Imagen 3. Pantallas de la aplicación “Pressure Ulcer Guide”. Fuente Apple Store [65].

3.3.2.4. *MyrealNurse* [66]

Se trata de una aplicación gratuita, disponible para iOS y Android. Presenta diferentes espacios relacionados con el cuidado de las heridas. Desarrollada por el Colegio de Enfermería de las Islas Baleares. En la pantalla principal de la aplicación hay tres apartados:

- **Materiales:** para conocer y profundizar sobre cada tipo de apósito, antisépticos, anestésicos locales, terapia compresiva. Al acceder a cada uno de los apartados podemos ver infografías de cada uno de los apartados.
- **e-Learning:** Incorpora infografías y vídeos sobre aspectos teóricos y prácticos de las diferentes áreas que giran en torno a las heridas, cirugía menor, ecografía y prescripción de actividad y ejercicio físico.
- **Sesión Clínica:** dentro de esta sección podemos acceder a casos clínicos con toda la información del caso, fotos de la ulcera y su posterior evolución. Otra opción de este apartado es “envía un caso

clínico” donde el usuario puede subir un caso, añadiendo texto fotos y videos. La idea es compartir y favorecer un aprendizaje colaborativo.

Se trata de una aplicación con un diseño muy vistoso a la vez que sencillo, que permite al usuario una agradable experiencia.

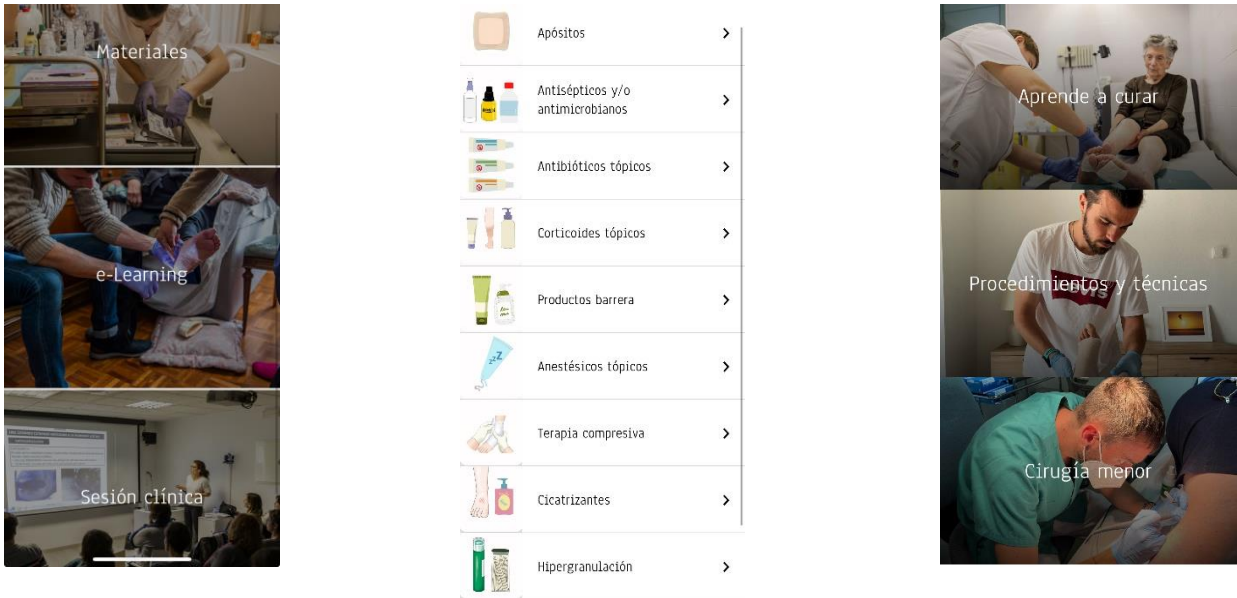
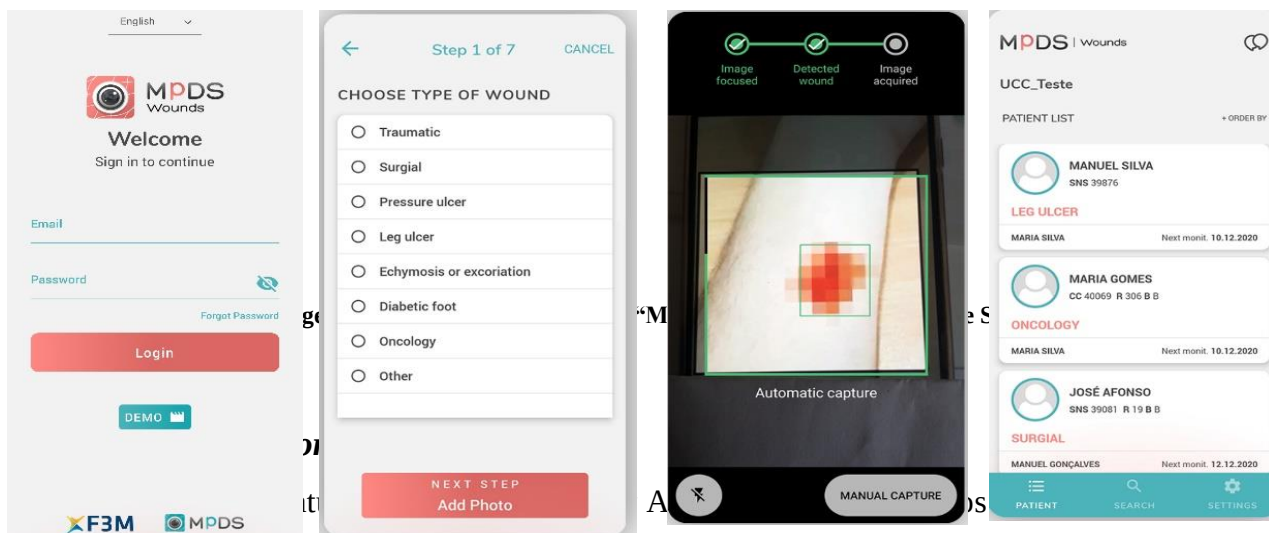


Imagen 4. Pantallas de la aplicación “MyrealNurse”. Fuente: Apple Store [66].

3.3.2.5. MpDS Wounds [67]

Se trata de una aplicación, gratuita y disponible en inglés y portugués, desarrollada para los sistemas operativos Android e iOS. No se trata de un SADM como tal, sino una base de datos de pacientes donde se pueden recopilar información como el nombre, datos demográficos, tipo de úlcera o herida, registro de imágenes, esquema de la localización, tamaño de la úlcera. Requiere registro previo al acceso al contenido.



salud a clasificar las úlceras del pie diabético mediante el sistema de clasificación PEDIS. La puntuación PEDIS también se puede utilizar para predecir el riesgo de amputación y mortalidad a 6 meses en pacientes con úlceras del pie diabético.

Categorizar de una objetiva una úlcera puede facilitar el manejo y comunicación entre los profesionales sanitarios.

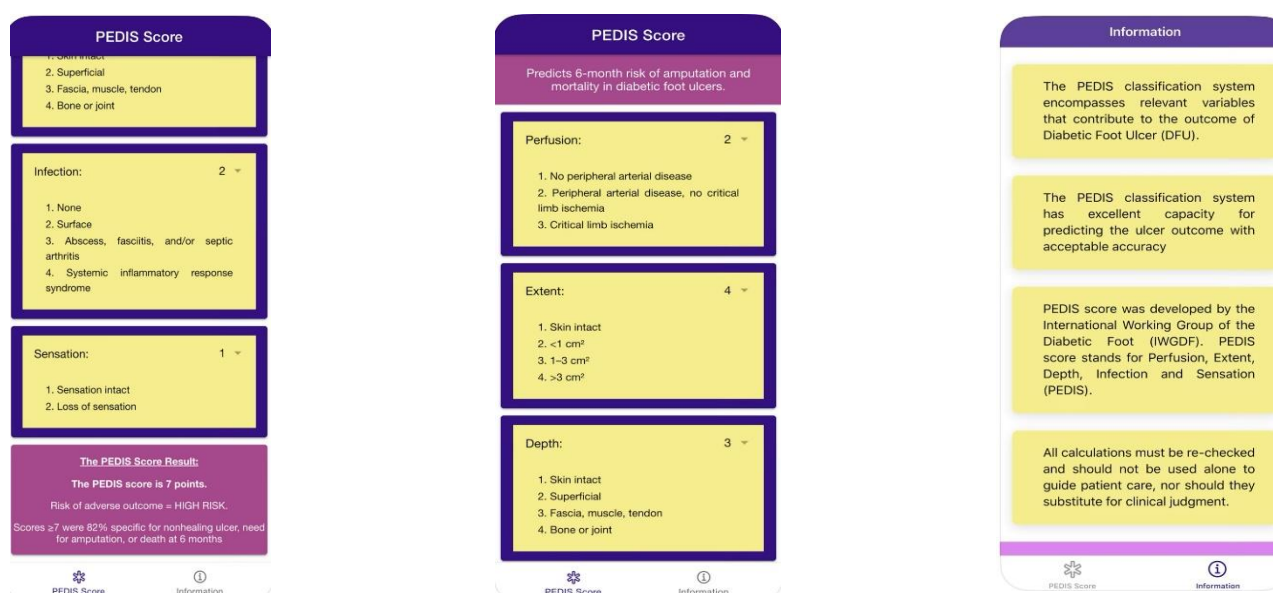


Imagen 6. Pantallas de la aplicación “Pedis Score”. Fuente: Apple Store [68].

3.3.2.7. Wounds Care MI Visual [69]

Se trata de una aplicación disponible para iOS y Android. Es gratuita pero tiene contenido con suscripción trimestral (24,99€), semestral (33,99€) y anual (49,99€). Se trata de una aplicación que contiene extensa información sobre todo tipo de úlceras y heridas, material de curas como apósitos y otros dispositivos. La aplicación no tiene muy buen diseño, no está bien estructurada y presenta toda

la información sin una organización lógica. Al pulsar cada uno de los botones se abre el contenido teórico, salvo que sea un contenido de pago.

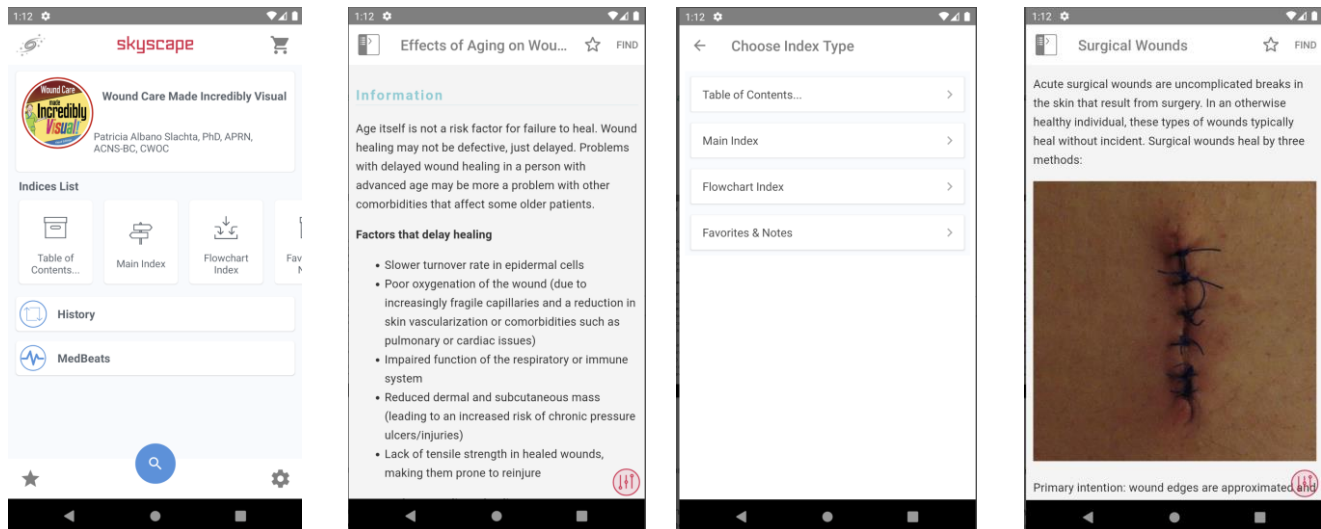
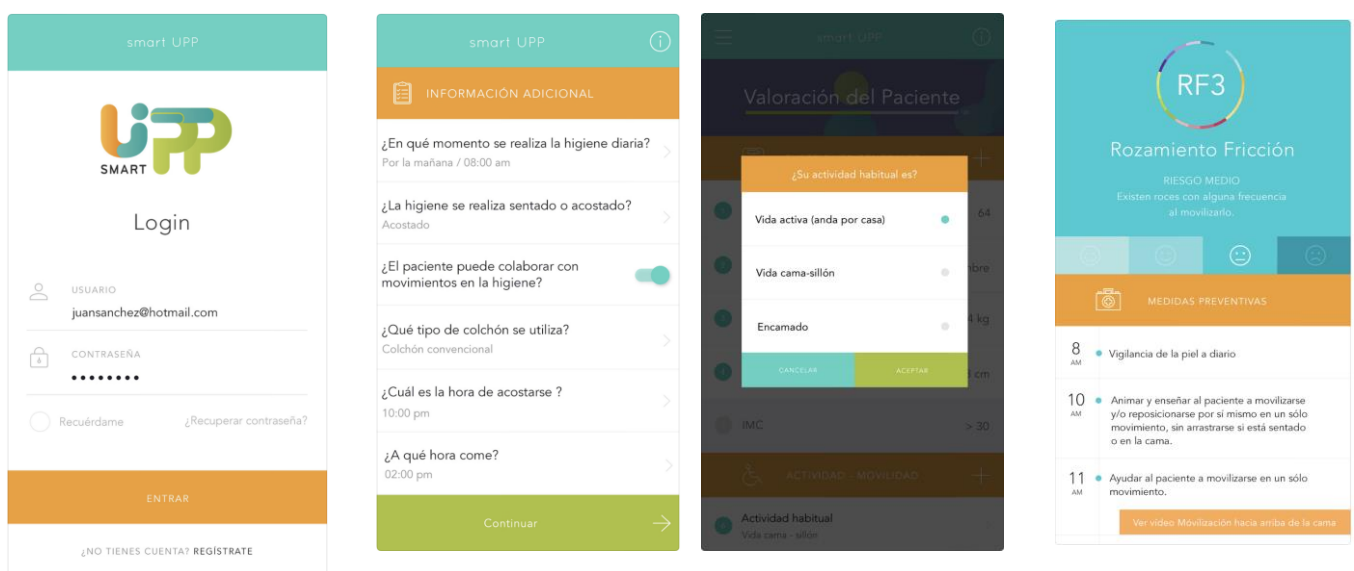
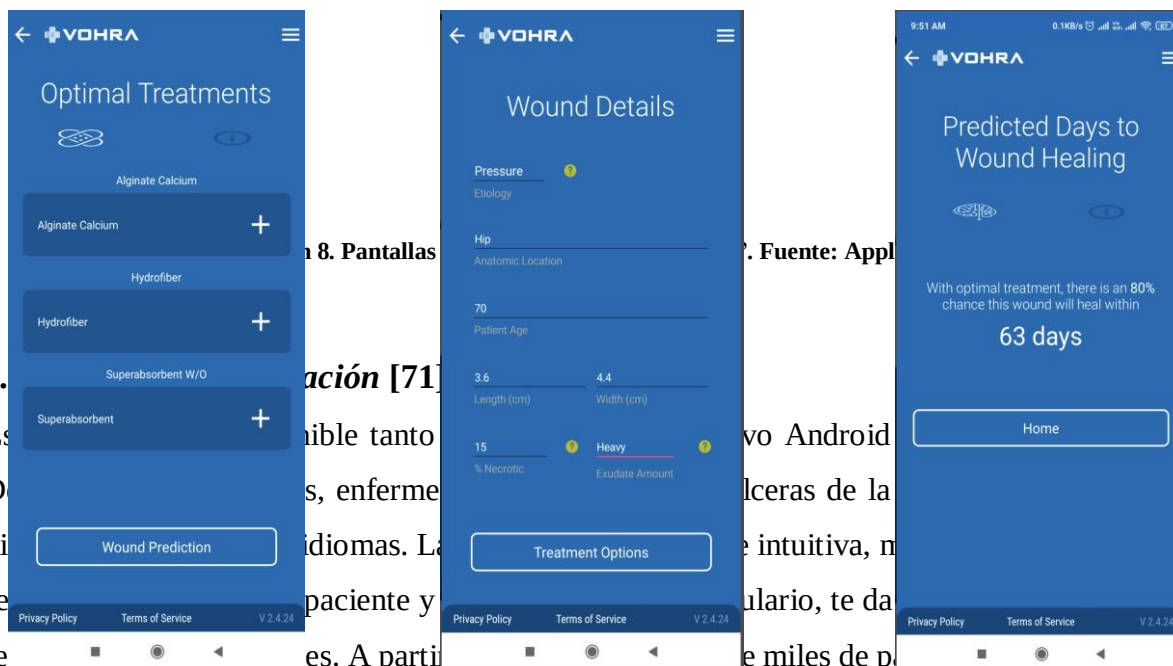


Imagen 7. Pantallas de la aplicación “Wounds Care MI Visual”. Fuente: Apple Store [69].

3.3.2.8. Smart UPP [70]

Es una aplicación disponible para el sistema operativo iOS y Android. Es gratuita y no tiene contenido de pago. Necesita registro para empezar a usar la aplicación. Es una aplicación muy visual e intuitiva cuyo contenido se basa en la prevención de las UPP. La aplicación hace algunas preguntas sobre las características del pacientes y enfermedades asociadas para establecer el riesgo del paciente. Finalmente da una serie de recomendaciones específicas para la prevención de las UPP.





8. Pantallas

Fuente: Appl

3. Descripción [71]

Es una aplicación móvil tanto para Android como para iOS, diseñada para ayudar a los médicos, enfermeros y otros profesionales de la salud a evaluar y tratar las úlceras de la piel. La aplicación permite al usuario ingresar datos del paciente y de la lesión, como la ubicación, el tamaño y el tipo de lesión. A partir de esta información, la aplicación predice el tiempo de cicatrización de la lesión y sugiere el tratamiento más adecuado.

La aplicación es intuitiva, fácil de usar y está disponible en español. Además, la aplicación es gratuita y no requiere conexión a internet para su uso.

La aplicación es una herramienta útil para los profesionales de la salud que trabajan con pacientes con úlceras de la piel. La aplicación puede ayudar a reducir el tiempo de cicatrización de la lesión y mejorar la calidad de vida del paciente.

Los días en la que la úlcera puede cicatrizar si se hace el tratamiento apropiado.

Imagen 9. Pantallas de la aplicación “Vohra Aplicacion”. Fuente: Apple Store[71].

3.3.2.10. QxAApp [72]

Se trata de una aplicación gratuita desarrollada por la Sociedad Española de Cardiología que ofrece recomendaciones prácticas a los facultativos en cuanto al tratamiento antitrombótico antes de una cirugía o procedimiento intervencionista. Basa su algoritmo en el documento de consenso “Manejo perioperatorio y periprocedimiento del tratamiento antitrombótico” [73]. QxAApp informa de forma sencilla cuando suspender la anticoagulación y, en tal caso, cuándo; si es necesaria una terapia puente, cuándo y cómo reintroducir la anticoagulación o la antiagregación; cómo proceder ante una cirugía urgente

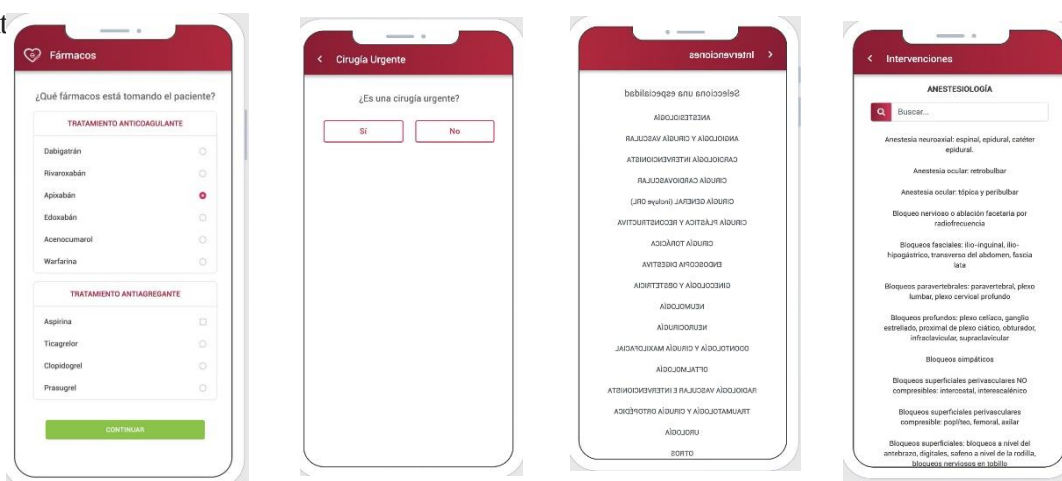


Imagen 10. Pantallas de la aplicación “QxAApp”. Fuente: AppStore [72].

3.3.2.11. My Vascular Access [73]

Es una aplicación gratuita disponible para el sistema operativo iOS y Android que utiliza factores específicos del paciente, como la anatomía vascular, la edad y el estado funcional, para analizar el acceso vascular para hemodiálisis más adecuado para cada paciente. Diseñado por cirujanos vasculares, nefrólogos y radiólogos intervencionistas Se basan en la mejor evidencia científica

disponible Incluye la guía de práctica clínica KDOQI para documentos y videos de acceso vascular.

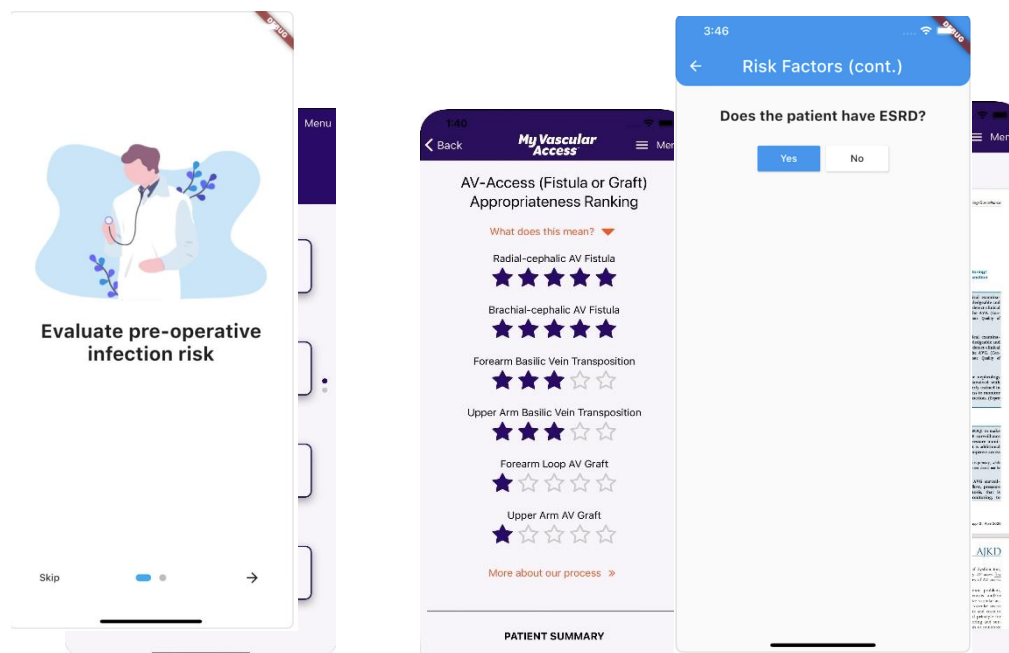


Imagen 11. Pantallas de la aplicación “My Vascular Access”. Fuente: Apple Store [74].

3.3.2.12. Vasculink [75]

Se trata de una aplicación gratuita disponible para el sistema operativo iOS y solo disponible en ingles. Mediante un algoritmo elaborado tras analizar de forma retrospectiva bases de datos de una gran cantidad de pacientes, para predecir el riesgo de infección de herida quirúrgica inguinal en procedimientos de revascularización abierta. Hay que rellenar un cuestionario con datos demográficos del paciente y el algoritmo te da una puntuación de riesgo.

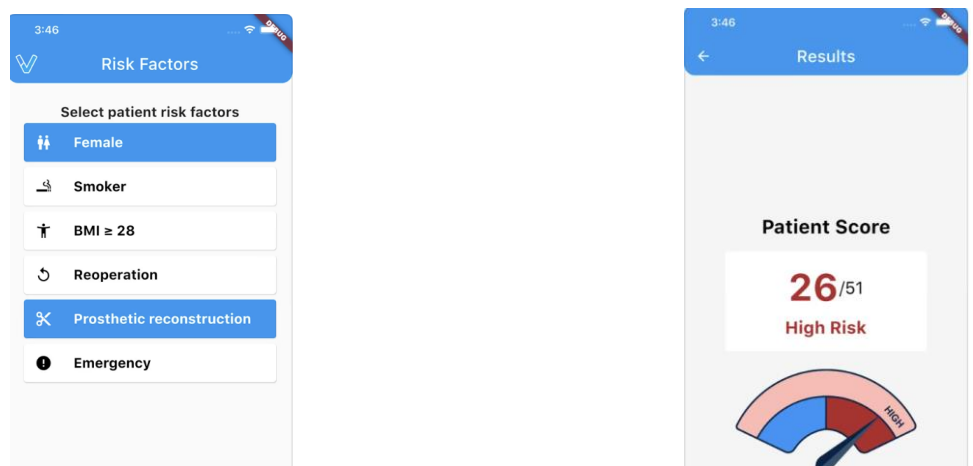


Imagen 12. Pantallas de la aplicación “Vasculink”. Fuente: Apple Store [75].

3.4. Conclusiones

Para acotar esta revisión de la literatura, se decidió establecer como límite temporal desde el año 2000 hasta la actualidad. Se ha observado un incremento en las publicaciones relacionadas con sistemas de ayuda a la decisión médica en patología cardiovascular, y también sobre el manejo de úlceras en general, aumentando en mayor medida aquellos diseñados en forma de aplicaciones móviles.

En cuanto a la literatura, predominan los sistemas predictivos utilizando inteligencia artificial en las diferentes patologías cardiovasculares. La patología claramente predominante es el aneurisma de aorta abdominal. Existe una preocupación creciente no solo para prevenir o detectar aquellos pacientes con mayor riesgo de ruptura y por tanto subsidiarios de tratamiento electivo, como la detección de pacientes que dada sus características demográficas se benefician de un tratamiento endovascular o abierto, o pacientes de alto riesgo para una corta estancia hospitalaria. .

También se ha detectado un incremento importante en los últimos años de aplicaciones móviles cuyo objetivo es mejorar el manejo de las úlceras en extremidades inferiores, sobretudo aquellas relacionadas con las úlceras por presión. Claramente hay mayor preocupación hacia este tipo de úlceras por el envejecimiento poblacional y por tanto, un aumento de la incidencia y prevalencia de este tipo de úlceras. Esto es lo que ha motivado el desarrollo de SADM en ese ámbito. En cambio, en las tiendas virtuales, existen pocas aplicaciones que ayuden al diagnóstico, tratamiento y seguimiento de úlceras de etiología vascular, como UlcerAPP, mediante algoritmos sencillos, accesible para profesionales de la medicina o enfermería poco experimentados en el manejo de las mismas. Las relacionadas con la patología cardiovascular también han experimentado un crecimiento relevante en estos últimos años.

Se han descartado múltiples aplicaciones incluidas en la categoría de “salud y forma física”. Estas aplicaciones médicas, ya que según las directrices de la Comisión Europea, no son consideradas dispositivos médicos ya que slo incluyen contenido informativo para la población general, como registros de tensión arterial y frecuencia cardiaca durante el ejercicio o bien, aquellas incluidas en la categoría “educación” donde se encuentran las versiones móviles de los diferentes libros, tratados, revistas, guías clínicas o atlas de anatomía. Otras descartadas son las relacionadas con eventos, como symposiums y congresos de las distintas especialidades que tratan la patología cardiovascular. La mayor parte de las aplicaciones obtenidas están disponibles tanto para el sistema operativo Android como para iOS, la mayoría de ellas en inglés, aunque las hay exclusivamente en español o multiidioma. Muchas de ellas incluyen fotos reales de pacientes o esquemas muy ilustrativos, facilitando el diagnóstico de esta patología y además teniendo un fin educativo.

CAPÍTULO 4:

METODOLOGÍA

CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA

4.1. Apple e iOS

A partir del año 2015, el uso de internet mediante dispositivos móviles superó a los ordenadores que hasta ese momento era la herramienta mas usada (88,2% vs 78,2%).

La consultora tecnológica Gartner publicó en el año 2016 los datos de ventas de Smartphones. En el primer trimestre de año, se habían vendido un total de 349 millones de dispositivos, un 3,9% más que en el año anterior [76].

Apple comenzó su andadura en el mercado de dispositivos móviles en el año 2007. El gigante americano ha ido incrementado su popularidad a lo largo de los años, colándose en las primeras posiciones de las empresas que vende más teléfonos inteligentes, alcanzando una cifra de 87,5 millones de dispositivos vendidos en el último trimestre de 2023. En la actualidad, solo superado por los dispositivos Android (75,5% de cuota de mercado), tiene una cuota de mercado del 27,71%. No obstante, la distribución varía mucho dependiendo del país, por ejemplo, en España iOS ocupa el 21,7% mientras que en Estados Unidos un 56,81%.

El éxito de los dispositivos de Apple se debe a las siguientes características; **seguridad:** No les afecta el malware, su sistema operativo iOS, es un sistema cerrado con un exhaustivo proceso de verificación y aceptación de aplicaciones, asegurando al máximo la seguridad de sus dispositivos; **experiencia del usuario:** los dispositivos tiene una usabilidad muy sencilla e intuitiva; **estabilidad:** el funcionamiento de estos dispositivos es firme y consistente; **compatibilidad entre dispositivos:** desde cualquier dispositivo de Apple se puede acceder a cualquier fichero. El desarrollo de su propia plataforma permite la conectividad y compatibilidad de los dispositivos; **diseño:** el diseño de los dispositivos es muy atractivos para el usuario, son sencillos y elegantes, motivos que han hecho ser uno de los líderes en este sector [77].

4.1.1. Programación en iOS. Xcode

Xcode es el entorno de programación integrado de Apple para el desarrollo de las aplicaciones para iPhone, iPad y Mac. Es un software de descarga gratuita, pero para disfrutar al completo de todas sus funcionalidades, el desarrollador tiene que suscribirse a una de las variantes del programa de desarrolladores que ofrece Apple. Para el desarrollo de este trabajo, hemos tenido que abrir una cuenta de desarrollador (javierulcerapp@gmail.com) tanto para el desarrollo de la aplicación como para la posterior publicación en la Apple Store. Para todo ello hay que abonar anualmente 99,9 euros.

Apple es muy restrictivo prohibiendo el desarrollo de sus aplicaciones en dispositivos que no usen el sistema operativo MacOS exclusivo de los ordenadores de la marca. Incluye **iOS simulator**: Xcode proporciona el SDK o kit de desarrollo de software (Software Development Kit) para poder construir, instalar, ejecutar y depurar las aplicaciones en un simulador iOS basado en Mac para un trabajo de desarrollo fluido. Ofrece la mayoría de los dispositivos Apple disponibles en el mercado actualmente, como son todos los modelos de iPhone y varios modelos del iPad.

4.1.2. Lenguaje de programación. Swift

Para el desarrollo de la aplicación se ha utilizado el lenguaje de programación Swift. En el año 2014 Apple presentó Swift, un lenguaje de programación creado por Apple integrable para el desarrollo de aplicaciones para el sistema operativo iOS. Hasta el momento, el lenguaje utilizado para el desarrollo de aplicaciones iOS era Objective-C, un lenguaje complejo que durante varios años fomentó el mito de la dificultad de programar aplicaciones para iOS, razón por la cual se desarrolló Swift. Swift se presenta como un lenguaje moderno y que ofrece grandes ventajas frente a Objective-C, como que facilita la organización del código, siendo este más conciso, claro y limpio, elimina los punteros y controla el desbordamiento de variables, gestiona automáticamente la memoria y facilita la depuración de las aplicaciones entre otras.

4.1.3. Tienda Virtual

Apple Store es la tienda virtual donde los usuarios tiene que acceder para descargarse las aplicaciones. Se trata de un portal, que aparece como una aplicación en los dispositivos iOS, donde los desarrolladores, tras haber pasado el proceso de revisión, publican sus aplicaciones y las pone en el mercado para poder ser descargadas por los usuarios. En la cabecera del portal, aparece el nombre junto con el logotipo de la aplicación, el autor, el precio, en caso de tener algún coste (pueden ser gratuitas) y la valoración de los usuarios. Posteriormente, en la parte inferior aparece una previsualización de la aplicación con las imágenes más características, una breve descripción de las funcionalidades y una sección donde los usuarios pueden valorar mediante la puntuación de 1 a 5 estrellas y escribir una reseña sobre la aplicación.

Una vez desarrollada, la aplicación pasa por un proceso de revisión donde expertos de la plataforma deben darle el visto bueno para poder aplicarla en la tienda virtual. Según datos de la compañía, se revisan mas de medio millón de aplicaciones mensuales. La publicación será rechazada si vulnera las políticas publicadas por Apple en cuanto a privacidad y seguridad de los usuarios [78].

4.1.4. Dispositivos

La aplicación funciona sobre los dispositivos móviles de Apple, es decir, los móviles iPhone y las tablets iPad. En 2024 existen 21 modelos de iPad y 42 modelos de iPhone, sin embargo, la mayoría de los modelos ya no se fabrican y muchos ya no reciben soporte por parte de la compañía por lo que están obsoletos.

Si lo comparamos con la oferta de dispositivos Android, vemos que la cantidad de modelos es inmensamente superior, en torno a 190.000 [79]. Esto es una ventaja para el desarrollador, ya que el número reducido de dispositivos con los que cuenta Apple, hace que sea más fácil adaptar el funcionamiento de la aplicación ya que sabemos que recursos tienen los dispositivos sobre los que va a funcionar la aplicación de antemano.

4.1.5. Desarrollo de la aplicación

Para el desarrollo de la aplicación se ha usado un MacBook 1 con las siguientes características:

- 30,41cm de ancho x 21,4 cm de largo x 0,41 cm de grosor
- M1 Chip
- 8 GB de RAM
- 512 GB de almacenamiento

La emulación se ha realizado principalmente sobre un iPhone 12 de las siguientes características:

- 6'1 pulgadas de pantalla
- 7,15 cm de ancho x 14,67 cm de alto x 0,74 cm de grosor
- 128 GB de capacidad
- Chip A14 Bionic
- Sistema operativo iOS 16
- 4 GB de RAM (Apple no facilita este valor de manera oficial)

La prueba manual se ha realizado con un dispositivo físico iPhone 11 de las siguientes características

- 6'1 pulgadas de pantalla
- 7,57 cm de ancho x 150,9 cm de alto x 0,83 cm de grosor

- 128 GB de capacidad
- Chip A13 Bionic.
- Sistema operativo iOS 16
- 4 GB de RAM (Apple no facilita este valor de manera oficial)

4.2. Android

Android es un sistema operativo basado en Linux para teléfonos móviles. Este sistema ha experimentado una evolución pasando por distintas etapas hasta que finalmente el primer Android consigue ver la luz en el año 2003. En un principio, la actividad de la empresa mantenía el foco en “el desarrollo de software para móviles”. Android Inc. estuvo durante dos años trabajando al margen de las grandes compañías, hasta que fue reclutada por el gigante Google. El éxito de Android viene precedido por la fundación de OHA (Open Handset Alliance), el 5 de noviembre de 2007, una alianza de 35 componentes liderada por Google, entre los cuales contaban con numerosos fabricantes de terminales móviles, operadores de telecomunicaciones, fabricantes de chips y desarrolladores de software. En este entorno se forjó Android, una plataforma de código abierto para teléfonos móviles que contaba con la garantía de estar basada en un sistema operativo sólido, Linux.

Finalmente, tras años de desarrollo, aparecía en el mercado un móvil con la primera versión del sistema operativo, la 1.0. De esta primera versión de Android destacaba la total integración de los servicios de Google, un navegador Web compatible con HTML y XHTML.

Los móviles con el sistema operativo Android dominan el mercado de los dispositivos móviles inteligentes, estando Samsung a la cabeza en el listado de marcas que más vende en el mundo. Esto es debido a su amplia gama de dispositivos, desde los más básicos hasta dispositivos de alta gama que compiten con los de Apple. En cuanto a sistemas operativos, Android domina claramente. Esta superioridad se debe a varios factores, entre los que destaca que el sistema operativo no está ligado a ningún dispositivo móvil concreto, por lo que varios fabricantes de teléfonos inteligentes incluyen el sistema operativo Android en sus dispositivos. Otra de las razones por la cual Android sigue aumentando su presencia es que ha visto una vía de expansión con los *wearables*, los coches inteligentes o el hogar digital. Sin embargo, Apple mantiene su posición en este mercado tan competitivo.

4.2.1. Programación en Android. Android Studio

Android se basa en un software de código abierto, lo que permite que su programación sea un poco más flexible de cara a la optimización y modificación de las aplicaciones.

De la misma manera, al tener como base Java, resulta más sencillo programar para este sistema operativo en comparación con su gran competidor iOS. Este lenguaje de programación tiene bastante buena reputación en cuanto a fiabilidad y facilidad de aprendizaje. Además, Android dispone de una plataforma que está dedicada a los desarrolladores, incluyendo material de apoyo tanto para expertos como para principiantes.

Por otro lado, una característica principal de Android es que se trata de un sistema operativo adaptable, es decir, que se ajusta a cualquier tipo de diseño de dispositivo, independientemente de la resolución de la pantalla.

El entorno de programación más conocido para el desarrollo de este tipo de aplicaciones móviles es Android Studio. Este software se ha convertido en una muy buena herramienta para cualquier tipo de desarrollador.

Android Studio no solo permite el uso del potente editor de códigos y las herramientas necesarias para desarrolladores de IntelliJ, sino que nos ofrece muchas más funciones que aumentan tu productividad:

- Sistema flexible de compilación que está basado en Gradle.
- Emulador muy rápido y cargado de diversas funciones.
- Aplicación de cambios rápidos de código y recursos a la aplicación en ejecución sin la necesidad de reiniciarla.
- Integración con GitHub y plantillas de código para una compilación de funciones de apps comunes y la incorporación de código de muestra.
- Una gran variedad de herramientas de prueba y marcos de trabajo.
- Herramientas de Lint para identificar problemas de usabilidad, rendimiento, y compatibilidad de versiones.
- Compatibilidad con NDK y C++.
- Compatibilidad integrada con Google Cloud Platform, lo que facilita la integración con Google Cloud Messaging y App Engine.

4.2.2. Lenguaje de programación

Kotlin es el lenguaje utilizado para gran parte de la programación en Android. Su popularidad viene dada por los beneficios que ofrece a los desarrolladores: un código sencillo, sin renunciar a la

eficiencia, aspecto que va tomando cada vez más importancia. Está inspirado fundamentalmente en Scala y Java, pero mejorando la velocidad de compilación.

Java ha sido el lenguaje de programación por excelencia para el desarrollo de aplicaciones en este sistema operativo. Se trata de un lenguaje rápido, sencillo y que ofrece al usuario un rango amplio de aplicaciones. Por estas razones, entre otras, Java sigue siguiendo uno de los lenguajes de programación más populares en Android.

Javascript consiste en un lenguaje de programación multiplataforma cuyo foco viene cuando se pretenden crear aplicaciones híbridas, aunque su principal enfoque es la optimización de las funcionalidades de las páginas web y las interfaces de usuario, haciendo estas más dinámicas e interactivas.

C#, al igual que Javascript es un lenguaje de programación multiplataforma, y por lo tanto una buena alternativa para la construcción de apps híbridas. Está orientado a objetos por lo que no es de extrañar que destaque la influencia de Java, así como su sencillez y versatilidad.

PHP a pesar de que es un lenguaje cuyo uso principal es en entornos web, también tiene un uso destacable en la programación en Android. Su versatilidad se basa en la simplicidad de su sintaxis y su accesibilidad (es de código abierto).

4.2.3. Tienda Virtual

Android Market fue la tienda virtual original de Android. En marzo de 2012, tras la fusión de Google Music con Android Market, el servicio es renombrado a Google Play, nombre vigente hoy en día. Google Play es una plataforma destinada a la distribución digital de aplicaciones para Smartphones que dispongan de sistema operativo Android. Esta plataforma digital permite al usuario descargar aplicaciones (que se han desarrollado con Android SDK), juegos, música, libros y películas.

Existen aplicaciones que están disponibles de forma gratuita, así como también de pago. Estas aplicaciones pueden ser descargadas directamente desde un dispositivo con sistema Android a través de la aplicación Google Play Store.

4.2.4. Dispositivos

La aplicación funciona sobre los dispositivos móviles y tablets de una gran cantidad de marcas, cuyo sistema operativo es Android. Por otro lado, las aplicaciones diseñadas para Android tienen un mayor potencial de uso debido a la gran cantidad de usuarios que tienen estos dispositivos, con respecto a Apple, su máximo competidor.

4.2.5. Desarrollo de la aplicación

Android Studio es el software utilizado para el desarrollo de la aplicación, cuyos requisitos son los siguientes:

Windows

- Microsoft Windows 7/8/10 (32-64 bits).
- Recomendados 8 GB de RAM (2 GB mínimo).
- Recomendados 4 GB de espacio en disco.
- Una resolución mínima de pantalla de 1280×800 píxeles.
- Procesador Intel.
- Java 8.

MAC

- Mac OS X 10.8.5 o superior.
- Recomendados 8 GB de RAM (2 GB mínimo).
- 4 GB de espacio en disco duro-
- Una resolución mínima de pantalla de 1280×800 píxeles.
- Java 6.

Linux

- Ubuntu.
- KDE Desktop / GNOME.
- Procesador 64/32 bits.
- GNU 2.1.
- Recomendados 8 GB de RAM (2 GB mínimo).
- Espacio 4 GB en disco.
- Una resolución mínima de pantalla de 1280×800 píxeles.
- Java 8.
- Procesador Intel.

USOS:

1. **Crear una aplicación:** Se trata del principal uso que nos ofrece este software. Tal y como se ha comentado anteriormente, dada su sencillez es apta para todo tipo de usuarios.
2. **Emulador de Android:** Android Studio dispone de un emulador con el que se puede contar antes de su uso directo en teléfonos móviles para ir comprobando su correcto funcionamiento. Así mismo, estos emuladores pueden tener distintas versiones de Android para poder observar cómo se comporta el software ante distintas casuísticas.
3. **Analizar otras aplicaciones:** A través de Android Studio se pueden usar aplicaciones de código abierto, para aprender sobre su diseño original o simplemente para poder reutilizar parte de un código en el propio proyecto.
4. **Ejecutar aplicaciones:** Gracias al emulador se puede testar el diferente comportamiento de las aplicaciones usando la depuración USB.

En esta versión se utilizó un fondo azul para todas las ventanas. Los botones que se seleccionaron para las preguntas son blancos con letras negras y amarillos para los botones interactivos.

4.3. Requisitos funcionales

Antes de diseñar y desarrollar la aplicación, se plantearon los objetivos, las funcionalidades y el diseño que debía tener el SADM proyectado. Para el desarrollo de la aplicación UlcerApp, participaron en la parte técnica y tecnológica, los ingenieros de telecomunicaciones Álvaro García Álvarez (desarrollo de la aplicación en iOS) y Álvaro Ramón Domínguez (desarrollo de la aplicación en Android), el doctorando, Javier Rodríguez Padilla, especialista en Angiología y Cirugía Vascular para el desarrollo de los algoritmos médicos de la aplicación, supervisados por los tutores Lourdes del Río Solá y Guillermo Moñux Ducajé, angiólogos y cirujanos vasculares con amplísima experiencia clínica y en investigación.

Se elaboró un proyecto en el que la aplicación a desarrollar cumpliera las siguientes características:

- **Facilidad de uso.**
- **Intuitiva:** la interfaz de usuario ha de ser sencilla, limpia y clara, que haga que la experiencia del usuario sea agradable y rápida.
- **SADM:** el objetivo principal del desarrollo de esta aplicación es que contenga un sistema de ayuda a la decisión médica.
- **Visual:** la aplicación incluirá fotos que ayuden al usuario a llegar al diagnóstico correcto.

- **Educativa:** que acerque al usuario a conocer teoría mediante la definición de conceptos sobre características macroscópicas de la úlcera.

4.4. Aspecto general de la aplicación

Sentadas las bases sobre cómo debía desarrollarse UlcerAPP, se decidió diseñar la aplicación con una pantalla principal que incluyera tres botones, las cuales se desarrollan a continuación:

- **DIAGNÓSTICO:** Esta opción es la funcionalidad principal de la aplicación, es decir, el SADM cuyo objetivo es el correcto diagnóstico de las úlceras de etiología vascular de las extremidades inferiores. Al acceder a esta sección, el sistema nos formulará una serie de preguntas en relación a la localización de la úlcera y a sus características macroscópicas, así como algunas características del paciente. En este apartado se añaden fotos o descripciones de algunas de las características más relevantes de cada úlcera para ayudar al usuario a comparar de manera más visual la úlcera que está evaluando y continuar con el diagnóstico. Al finalizar esta sección, el sistema mostrará el diagnóstico más probable. Asimismo, se podrá acceder directamente desde la pantalla del diagnóstico, al tratamiento de la úlcera diagnosticada. Si la úlcera no cumple con las características o con los criterios incluidos en el sistema, informará al usuario de que dicha úlcera no cumple los criterios diagnósticos de etiología vascular
- **TRATAMIENTO:** Esta pantalla nos mostrará las recomendaciones principales en cuanto al tratamiento de los diferentes tipos de úlceras. Esta sección facilita al usuario que ya conoce el diagnóstico de la úlcera, el acceso directo al tratamiento. Al pulsar esta opción, aparecen el listado de úlceras incluidas en la aplicación compuesto por botones donde el usuario podrá acceder al tratamiento que desee. El sistema también formulará una serie de preguntas al usuario, sobre los signos infecciosos, índice tobillo brazo (ITB) (en el caso en que proceda), etc... Tras lo cual la aplicación ofrece las recomendaciones de tratamiento y su posterior seguimiento. Una característica importante de la aplicación es que da la posibilidad de tomar decisiones en función de la evolución de la úlcera. Si la úlcera no evoluciona correctamente en un tiempo determinado (se establece 4-6 semanas según los protocolos de las diferentes Sociedades Científicas), el sistema recomienda al usuario, derivar al paciente a una unidad de Angiología y Cirugía Vascular, bien de forma preferente o urgente dependiendo ciertas características. Si la úlcera cicatriza, también proporciona unas recomendaciones para prevenir la recidiva, como el tipo de calzado más apropiado, hábitos de vida saludable e incluso la recomendación de utilizar fármacos (en el caso de las úlceras flebostáticas, fármacos venoactivos para acelerar la cicatrización de la úlcera o antiagregantes e hipolipemiantes como prevención secundaria en úlceras isquémicas y neuroisquémicas).

- **REFERENCIAS Y ENLACES DE INTERÉS:** En las primeras versiones de la aplicación, se podrá acceder a la bibliografía utilizada para la elaboración de los algoritmos y a la encuesta de usabilidad (a través de un cuestionario de Google Form) que realizarán los usuarios para evaluar la funcionalidad y experiencia de uso.

La idea es que en futuras versiones, incluya enlaces a páginas de interés científico con todo lo relacionado con el mundo de las úlceras de etiología vascular, cumpliendo por tanto una función educativa.

Para la eficiencia se ha priorizado que el tamaño en memoria sea el menor posible para evitar que suponga un problema de almacenamiento para quienes deseen instalarla en sus dispositivos. Para ello se han utilizado el menor número posible de archivos multimedia. Por otro lado, también se ha buscado que sea una aplicación rápida que requiera pocos recursos del dispositivo para ser ejecutada, facilitando que pueda ser ejecutada en cualquier dispositivo, independientemente de la potencia del mismo.

En estas tres pestañas se dispone toda la información con la que cuenta la aplicación, tanto la información clínica como la información destinada a la función educativa (en futuras versiones).

Se espera que la aplicación aquí desarrollada tenga cabida en el mundo de la mHealth, teniendo buena aceptación entre los médicos de atención primaria, médicos no especialistas en patología vascular, enfermería tanto en el ámbito de AP como en hospitalaria, incluso estudiantes de medicina y enfermería, y que sea útil y les pueda ayudar en su práctica clínica diaria.

4.5. Sistemas de ayuda a la decisión médica (SADM)

El objetivo de esta aplicación móvil es disponer de un SADM, desarrollado mediante una aplicación móvil en los sistemas operativos iOS y Android, denominada UlcerAPP, que ayude en la toma de decisiones clínicas respecto al diagnóstico, al tratamiento y al seguimiento de úlceras de etiología vascular. Está destinada a cualquier profesional de la salud en contacto con este tipo de úlceras, pero sobretodo a facultativos no especialistas en patología vascular, entre los que están los médicos de AP, médicos internos residentes y personal de enfermería que esté poco familiarizado en el tratamiento de estos pacientes.

4.5.1. Diagnóstico

Para conseguir que la aplicación móvil pueda ayudar en el diagnóstico, el planteamiento es idear un conjunto de preguntas que vayan guiando al usuario por el árbol de decisión y finalmente se pueda

establecer un diagnóstico. Para ello desarrollamos unos algoritmos tanto para el diagnóstico como para el tratamiento, capaces de seleccionar la respuesta correcta a través de los algoritmos de decisión.

El funcionamiento será siempre el mismo, el usuario accedería al sistema, y a través de una breve sucesión de preguntas, el sistema le conducirá hacia un árbol de decisión determinado. El sistema mostrará una serie de preguntas breves al usuario, el cual deberá contestar o elegir entre las opciones que se le muestran. El resultado final del algoritmo es el diagnóstico de la úlcera. En caso de que no cumpla con los criterios incluidos en el sistema, este informará al usuario de que la úlcera que está valorando no cumple criterios de etiología vascular. A pesar de esto, si esa úlcera es grande (más de 3-4cm), profunda (que afecte a tejidos profundos) o tiene signos de infección grave, recomienda al usuario a derivar de forma preferente a una unidad de Angiología y Cirugía Vascular.

Existe un gran árbol de decisión que permite generar un diagnóstico en base a multitud de preguntas. Este árbol se ha dividido en pequeñas secciones para facilitar su explicación y entendimiento.

Primero se dispone de un algoritmo inicial que guía hacia los diferentes árboles de decisión.

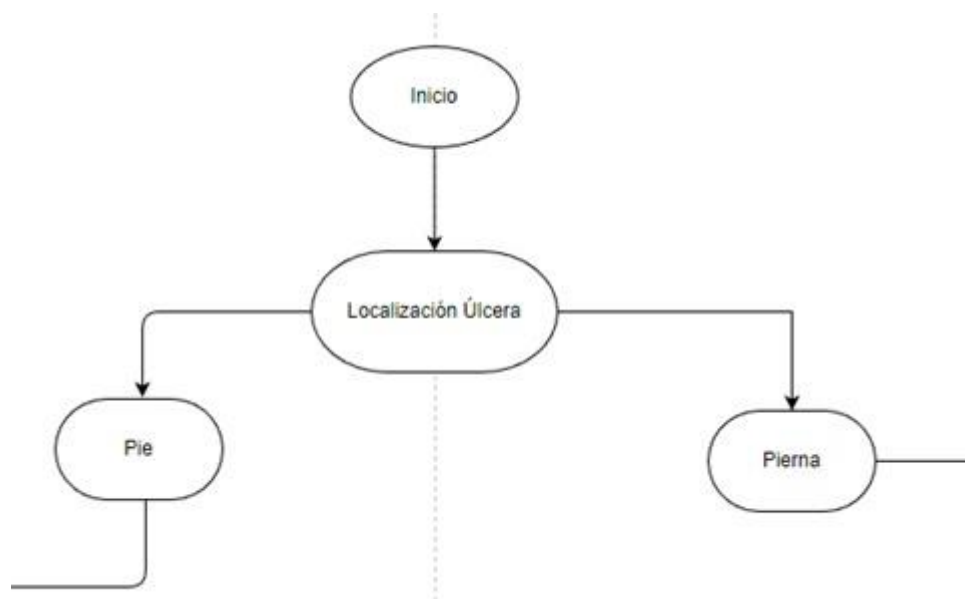


Figura 12. Algoritmo inicial del sistema. Fuente: propia.

El inicio del diagnóstico es el círculo con el texto “Inicio”. La primera pregunta que se formula es sobre la localización de la úlcera, pudiéndose elegir entre estas dos opciones: “PIE” o “PIERNA”. Si la opción elegida es “PIE”:

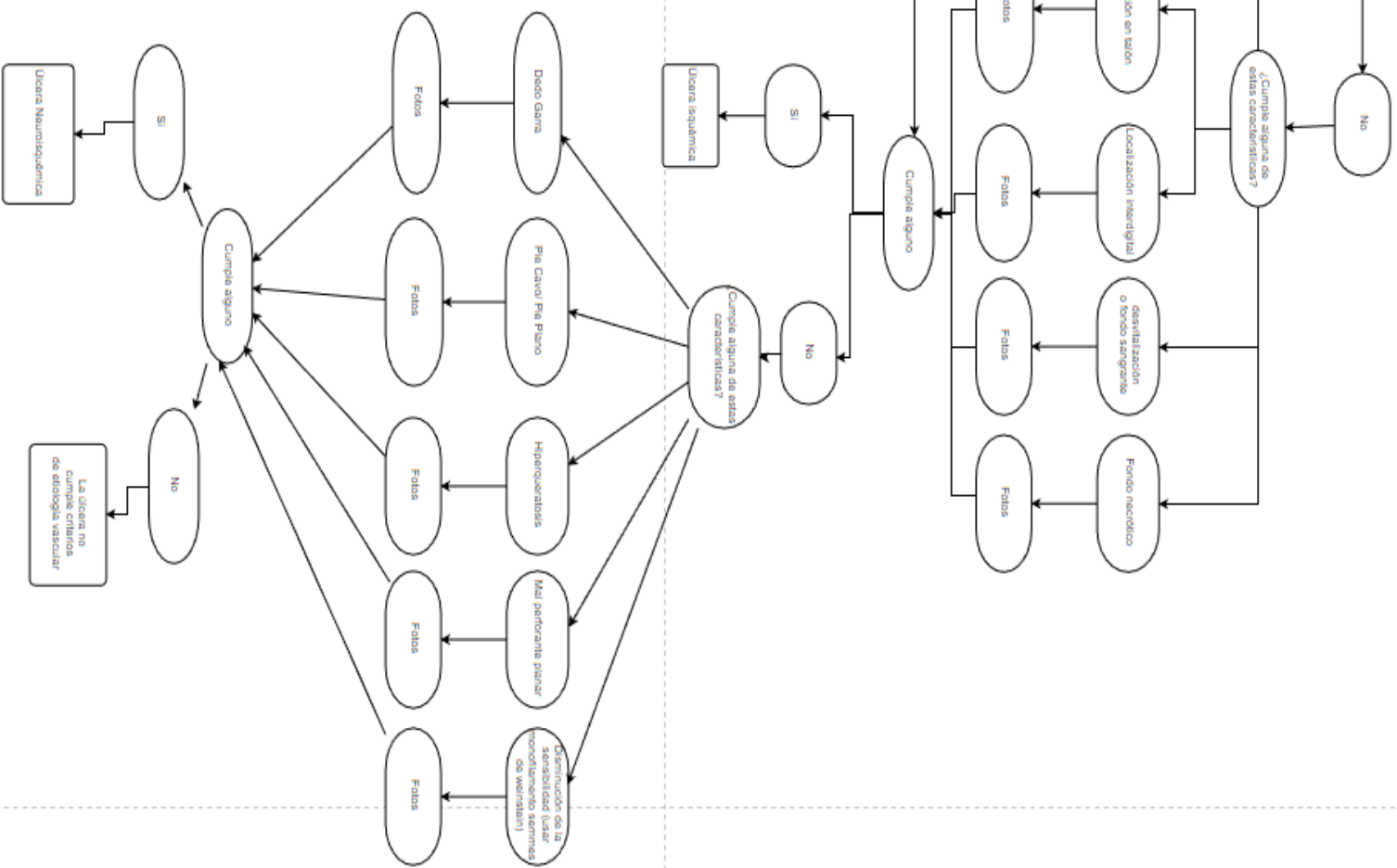
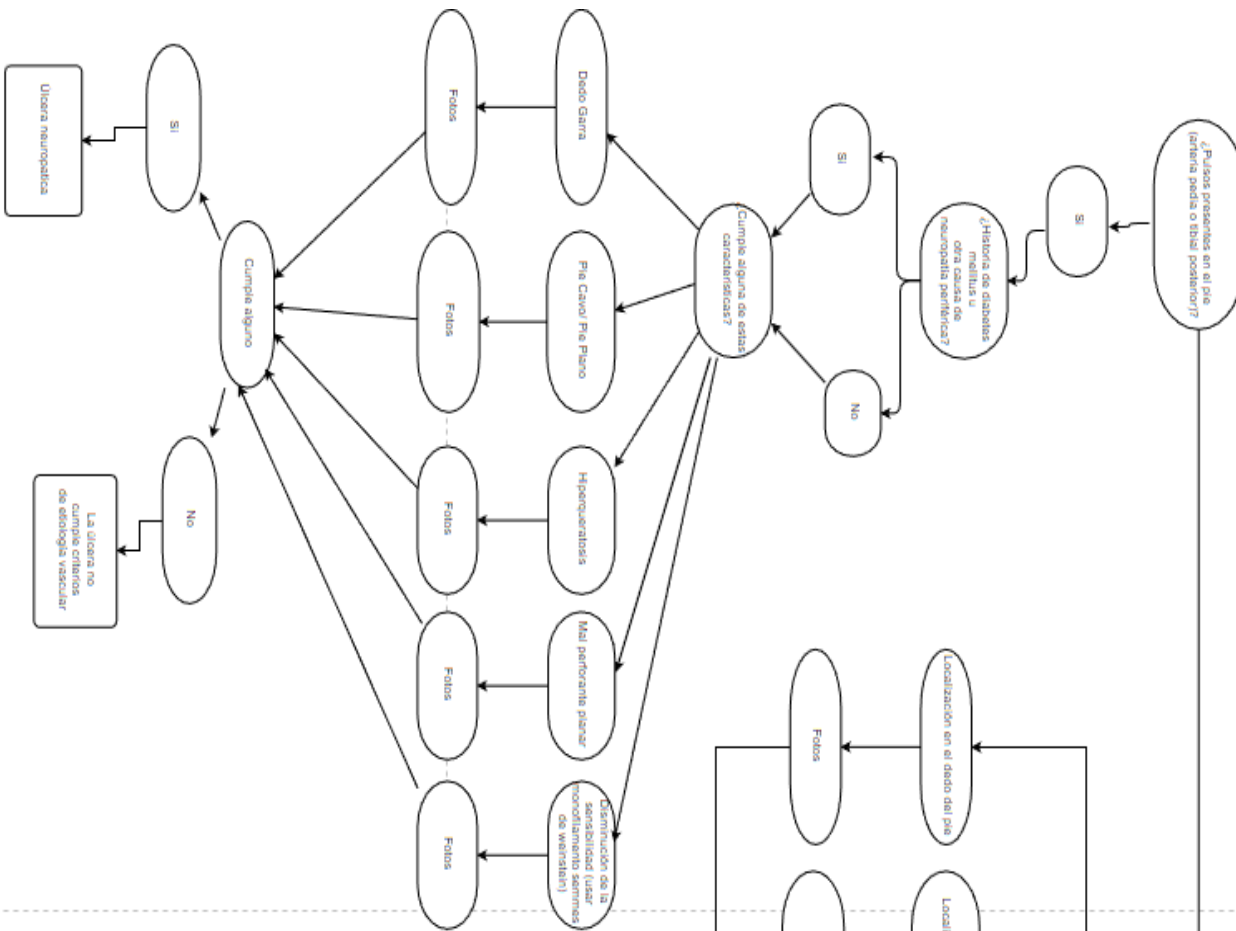


Figura 13. Algoritmo de la opción “PIE”. Fuente: propia.

La siguiente pregunta es: “¿Pulsos presentes en el pie (arteria pedía o tibial posterior)?”. Si la respuesta es “SI”:

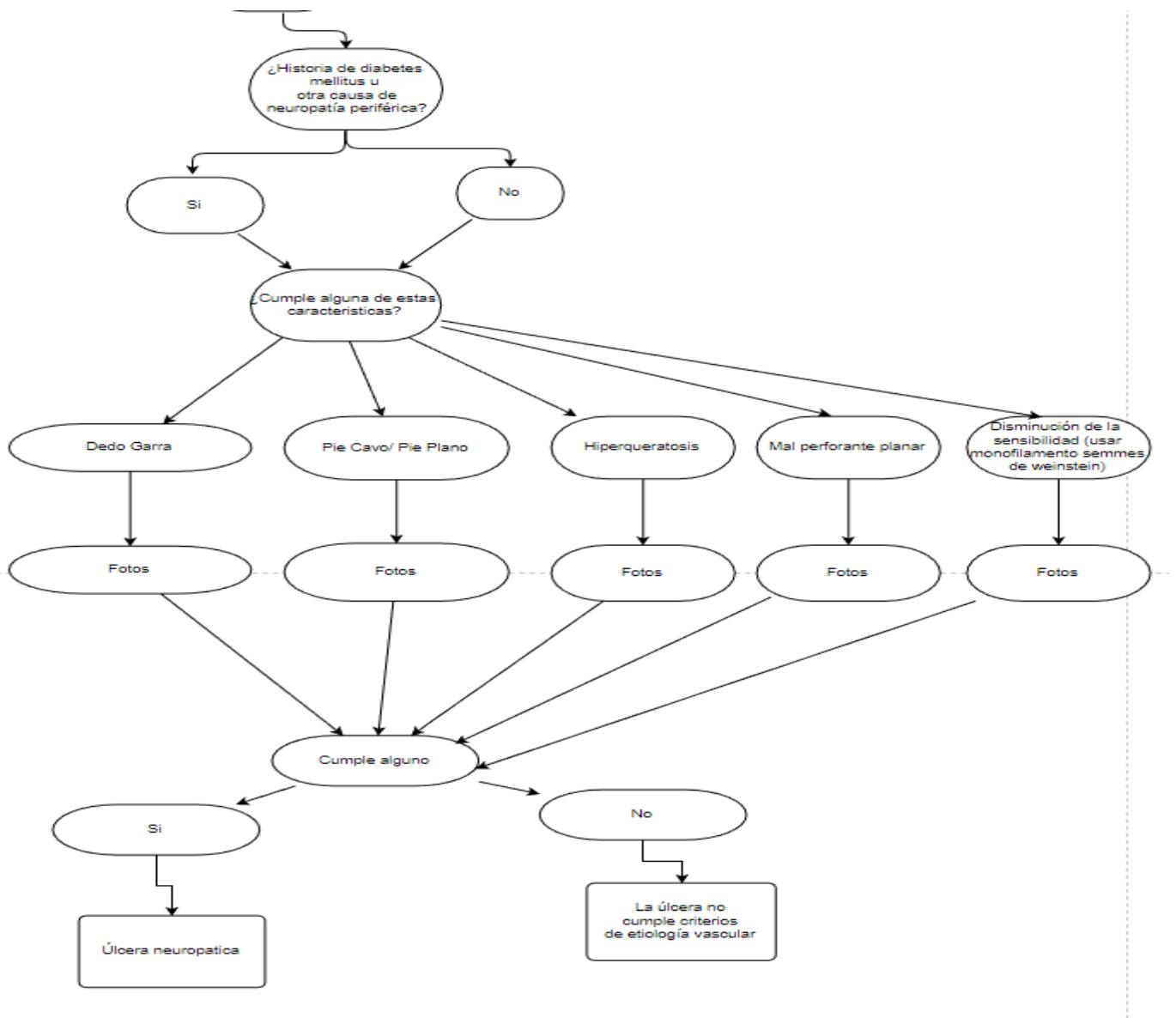


Figura 14. Algoritmo de la opción “PIE” + “Pulsos en el pie “SI”. Fuente: propia.

En la Figura 13, se puede observar que tras responder afirmativamente a la presencia de pulsos en una úlcera localizada en el pie, el sistema continua haciendo preguntas al usuario. En este caso, la siguiente pregunta es: *¿Historia de diabetes mellitus u otra causa de neuropatía periférica?*. Después mostrará una serie de características clínicas típicas en úlceras neuropáticas (dedos en garra, pie cavo/pie plano, hiperqueratosis, mal perforante plantar, disminución de la sensibilidad), sobre las que el usuario podrá pulsar para acceder a una foto real a modo de ejemplo. En el caso de la

disminución de la sensibilidad, aparece un texto explicativo de como llevar a cabo una adecuada exploración de la sensibilidad con el monofilamento de Semmes-Weinstein. Si cumple los criterios anteriormente citados, el sistema informa al usuario que la úlcera presenta criterios de úlcera neuropática. Si no cumple ninguna, aparece una pantalla informativa de que no se trata de una úlcera de etiología vascular. En esta misma pantalla, muestra unos criterios de gravedad de la úlcera (más de 3-4cm, profunda con afectación de tejidos profundos o signos de infección grave), si cumple con alguno de ellos, recomienda derivar al paciente de forma preferente a una unidad de Angiología y Cirugía Vascular.

Volviendo a los inicios del algoritmo, a continuación se mostrará el algoritmo de decisión de la opción “PIE” + pulsos distales en el pie “NO”.

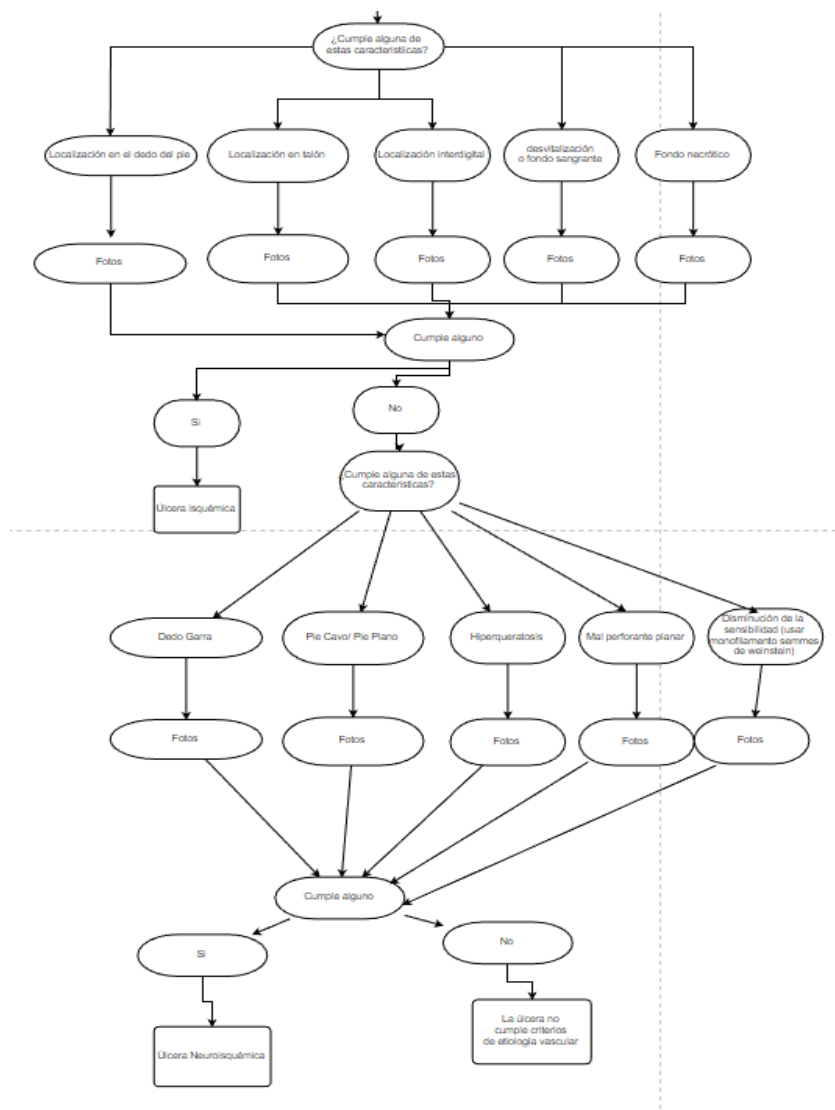


Figura 15. Algoritmo de la opción “PIE” + “Pulsos en el pie NO”. Fuente: propia.

Al igual que el camino anterior, en el que el paciente sí tenía pulsos presentes en el pie, cuando el usuario elige “NO”, el sistema mostrará una serie de características clínicas (las características de úlcera isquémica: localización distal, lesión interdigital, localización en el talón, fondo desvitalizado y fondo necrótico) pudiendo acceder también a fotos reales a modo de ejemplo. Si cumple dichos criterios, el sistema informa al usuario que la úlcera presenta criterios de úlcera isquémica. Si no cumple ninguna, volverá a mostrar el listado con las características de las úlceras neuropáticas. Si cumple criterios, informará al usuario que la úlcera cumple criterios de úlcera neuroisquémica. En caso de no cumplir ningún criterio, al igual que en el algoritmo anterior, aparece una pantalla informativa de que no se trata de una úlcera de etiología vascular y recomendará al usuario derivación preferente a una unidad de Angiología y Cirugía Vascular, en caso de cumplir con los criterios de gravedad anteriormente descritos (tamaño, profundidad y signos de infección).

Hasta aquí hemos descrito todo el algoritmo diagnóstico, si la localización de la úlcera es en el “PIE”.

Volviendo al “inicio”, si la opción elegida es “PIERNA”, el sistema nos ofrecerá dos opciones según las cuales, nos llevará por distintos caminos: “Localización perimaleolar interna” o “supramaleolar externa”. A continuación, se muestra la primera opción:

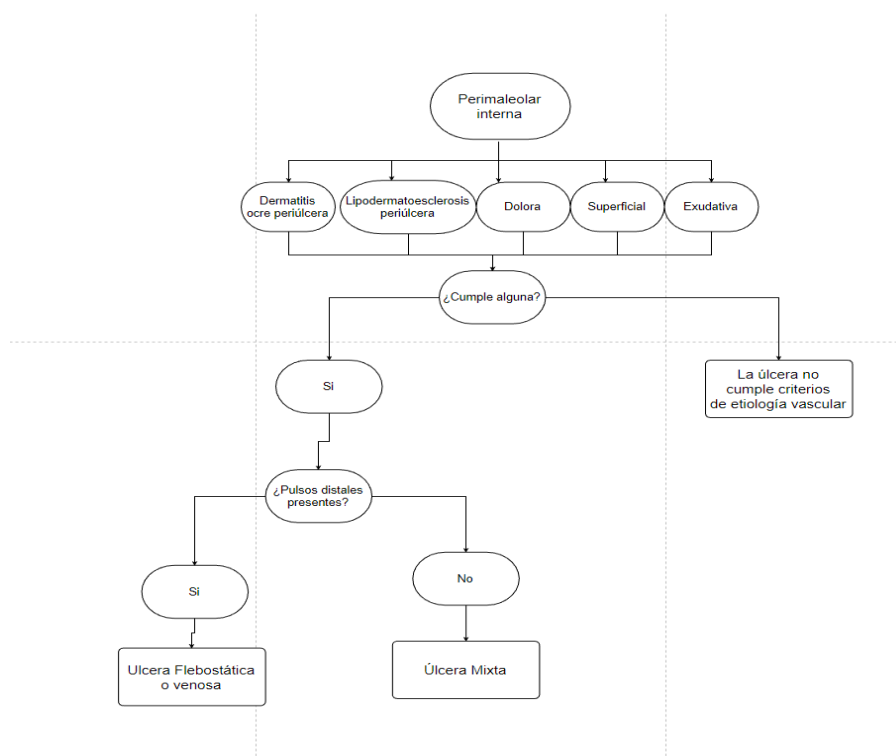


Figura 16. Algoritmo de la opción “PIERNA” + “Perimaleolar interna”. Fuente: propia.

Una vez dentro de la opción “Perimaleolar interna”, el sistema nos muestra una serie de características clínicas (las características de la úlcera flebostática o venosa: Dermatitis ocre, Lipodermatoesclerosis,

dolorosa, superficial, exudativa). Las relacionadas con signos visibles incorporan no solo una foto real a modo de ejemplo, sino una descripción teórica de la característica macroscópica. Si cumple uno o más criterios, el sistema formula la pregunta: *¿Pulsos distales presentes?*. Si la respuesta es afirmativa, el sistema informa al usuario que la úlcera cumple criterios de úlcera flebostática y si es negativa cumple criterios de úlcera mixta. Si no cumple con los criterios que se mostraron previamente, la úlcera no cumple criterios de etiología vascular.

A continuación se muestra el algoritmo tras seleccionar “PIERNA+ “Supramaleolar externa”:

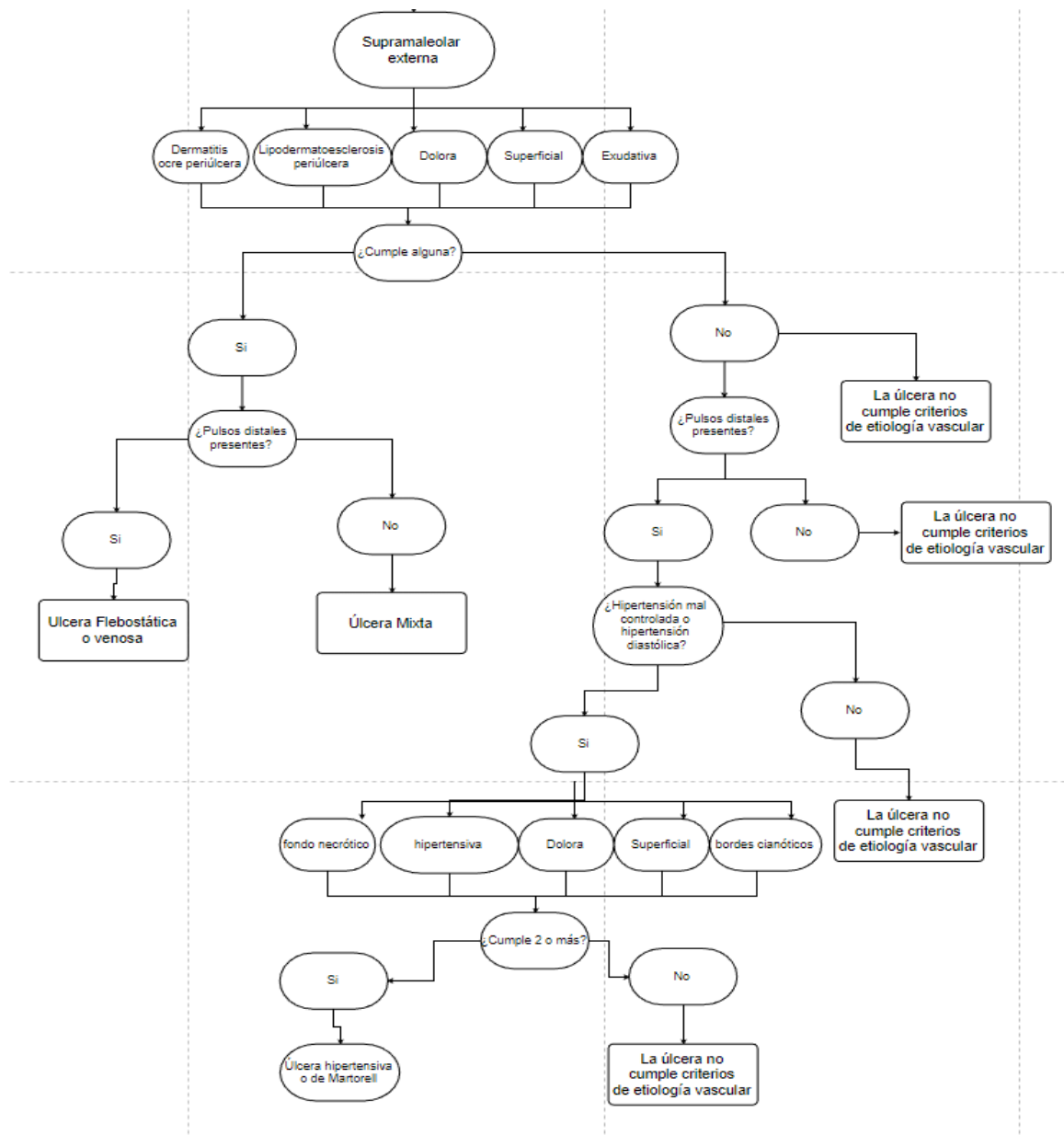


Figura 17. Algoritmo de la opción “PIERNA” + “Supramaleolar externa”. Fuente: propia.

Una vez seleccionada la opción “Supramaleolar externa”, el sistema nos mostrará una serie de características clínicas (las características de la úlcera flebostática o venosa, descritas anteriormente),

pudiendo acceder igualmente a las fotos y descripciones teóricas. Si cumple uno o más criterios, el sistema formulará de nuevo la pregunta: *¿Pulsos distales presentes?*. Si la respuesta es afirmativa, el sistema informa al usuario que la úlcera cumple criterios de úlcera flebostática y si es negativa cumple criterios de úlcera mixta. Si no cumple con los criterios que se mostraron previamente, la úlcera no cumple criterios de etiología vascular.

Si no cumple los criterios planteados inicialmente, el sistema formulará la pregunta: *¿Pulsos distales presentes?*. Si la respuesta es afirmativa, formulará otra pregunta: *¿Hipertensión mal controlada o hipertensión diastólica?*. Si la respuesta es afirmativa, el sistema mostrará otro listado de características clínicas (las características más importantes de las úlceras hipertensivas o de Martorell). Si cumple con 2 o más criterios, el sistema informa al usuario que la úlcera cumple criterios de úlcera hipertensiva o de Martorell. Si no tiene pulsos presentes en el pie o no tiene una hipertensión mal controlada o hipertensión diastólica, el sistema informa al usuario que la úlcera no cumple con criterios de úlcera de etiología vascular.

Hasta aquí la descripción de los algoritmos diagnósticos para todas y cada una de las úlceras de etiología vascular: úlcera isquémica, neuropática, neuroisquémica, flebostática o venosa, mixta e hipertensiva o de Martorell y con ello la funcionalidad principal de UlcerAPP. Evidentemente se han utilizado los mismos algoritmos para el desarrollo de la aplicación en los dos sistemas operativos, Android e iOS.

4.5.2. Tratamiento

Para los tratamientos se elaboraron, con la bibliografía descrita en el Capítulo 2, apartado 2.1, algoritmos para las distintas úlceras de etiología vascular.

4.5.2.1. Úlcera neuropática. Tratamiento.

En todos los algoritmos elaborados para el tratamiento, el sistema inicia preguntando: *¿signos de infección?*. Esto es muy importante, ya que la úlcera tiene un manejo distinto, en cuanto a tratamiento local, toma de cultivos, tratamiento antibiótico, etc... A continuación, se muestra en la Figura 18, el algoritmo de la úlcera neuropática:

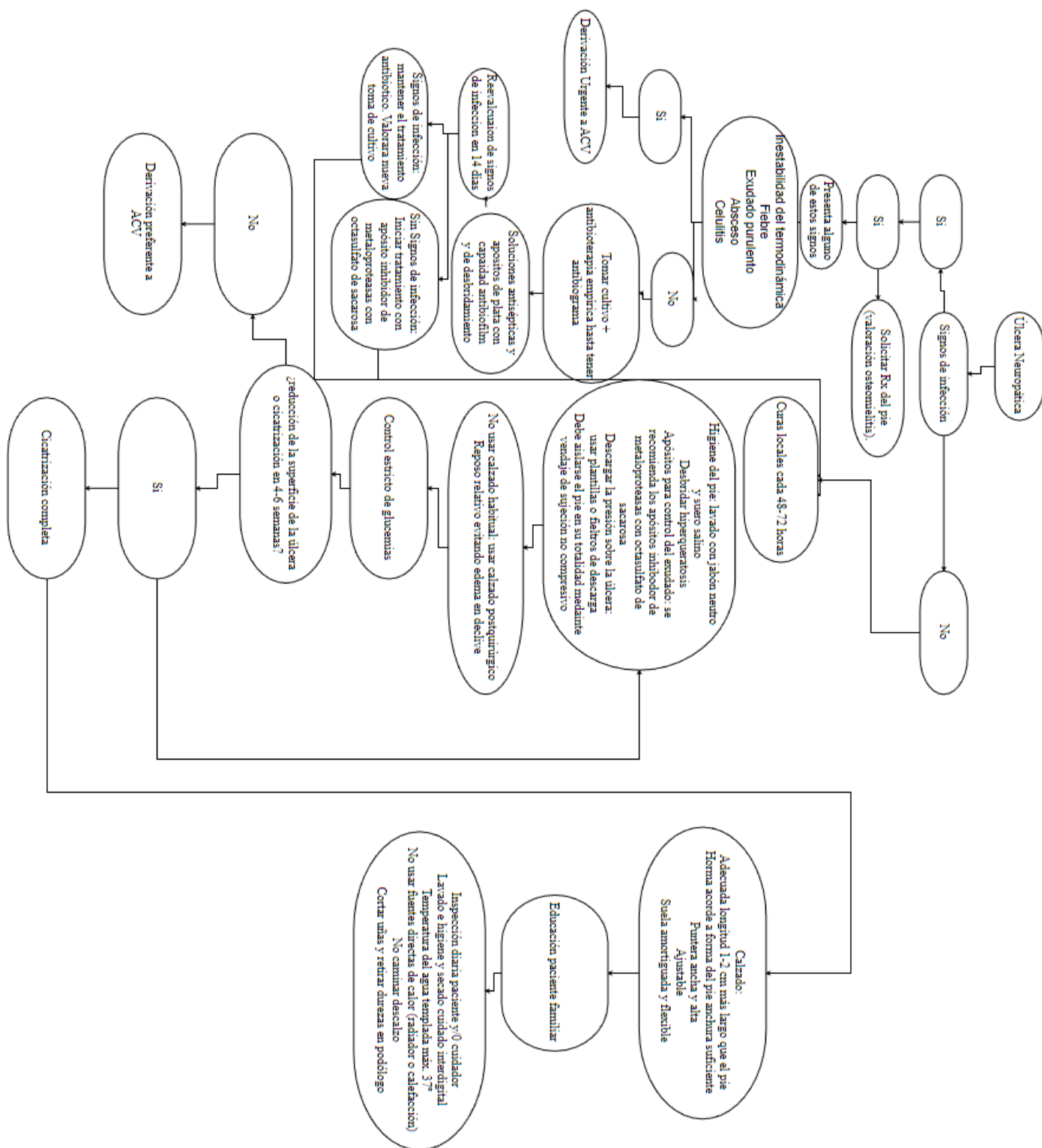


Figura 18. Algoritmo del tratamiento de la úlcera neuropática. Fuente: propia.

Si existen signos de infección, el sistema recomienda la realización de una radiografía del pie para descartar la presencia de osteomielitis. Posteriormente, el sistema pregunta: ¿Presenta algunos de

estos signos? y muestra al usuario un listado de signos de infección grave (absceso, celulitis, exudado purulento, fiebre e inestabilidad hemodinámica). Si la respuesta es “SI”, recomienda derivación urgente a una unidad de Angiología y Cirugía Vascular. Este algoritmo junto con el del tratamiento de la úlcera neuroisquémica, es distinto al de otras úlceras en cuanto al manejo de la infección, puesto que estamos ante una úlcera que afecta a pacientes diabéticos, donde la infección puede poner en peligro de forma aguda algún/algunos dedos, parte del pie, la extremidad e incluso la vida del paciente (pueden necesitar una amputación urgente). Si la respuesta es “NO”, proporciona una serie de recomendaciones que van en paralelo al tratamiento local de la úlcera, como el inicio de tratamiento antibiótico de amplio espectro y posterior ajuste al antibiograma, previa toma de cultivos. En el siguiente paso, recomienda la reevaluación de los signos de infección en 14 días, y pregunta de nuevo: *¿Signos de infección?*. Si la respuesta es “SI”, recomienda continuar con el tratamiento antibiótico y plantear una nueva toma de cultivo. Si la respuesta es “NO”, muestra las pautas generales de tratamiento, en cuanto a curas locales, utilización de apósitos inhibidores de metaloproteasas con octasulfato de sacarosa (Urgostart Plus®). Este apósito ha demostrado reducir del tiempo de cicatrización en estudios clínicos controlados aleatorizados de doble ciego [80-82]. Otras recomendaciones son: higiene del pie, descarga de la úlcera, utilización de calzado postquirúrgico, la cadencia con la que se deben realizar las curas, etc... Al finalizar las recomendaciones de tratamiento, el sistema vuelve a formular una pregunta: *¿Cicatrización en 4-6 semanas?*. Si la respuesta es “SI”, indica la necesidad de vigilar los signos de infección y vuelve a proporcionar las recomendaciones generales de tratamiento. En la última etapa de este algoritmo, el sistema muestra la siguiente opción *“Pulsar si cicatrización completa”*. Si el usuario pulsa dicha opción, proporciona consejos sobre el calzado recomendado (adecuada longitud y anchura de horma, puntera ancha y alta, calzado ajustable, suela amortiguada y flexible), educación del paciente y familiares (inspección diaria del paciente y/o cuidador, lavado e higiene y secado interdigital, temperatura máxima del agua de 37°C, no caminar descalzo, cortar uñas y retirar durezas). Todo ello son recomendaciones recogidas en el Documento de Consenso sobre acciones de mejora en la prevención y manejo del pie diabético en España [27].

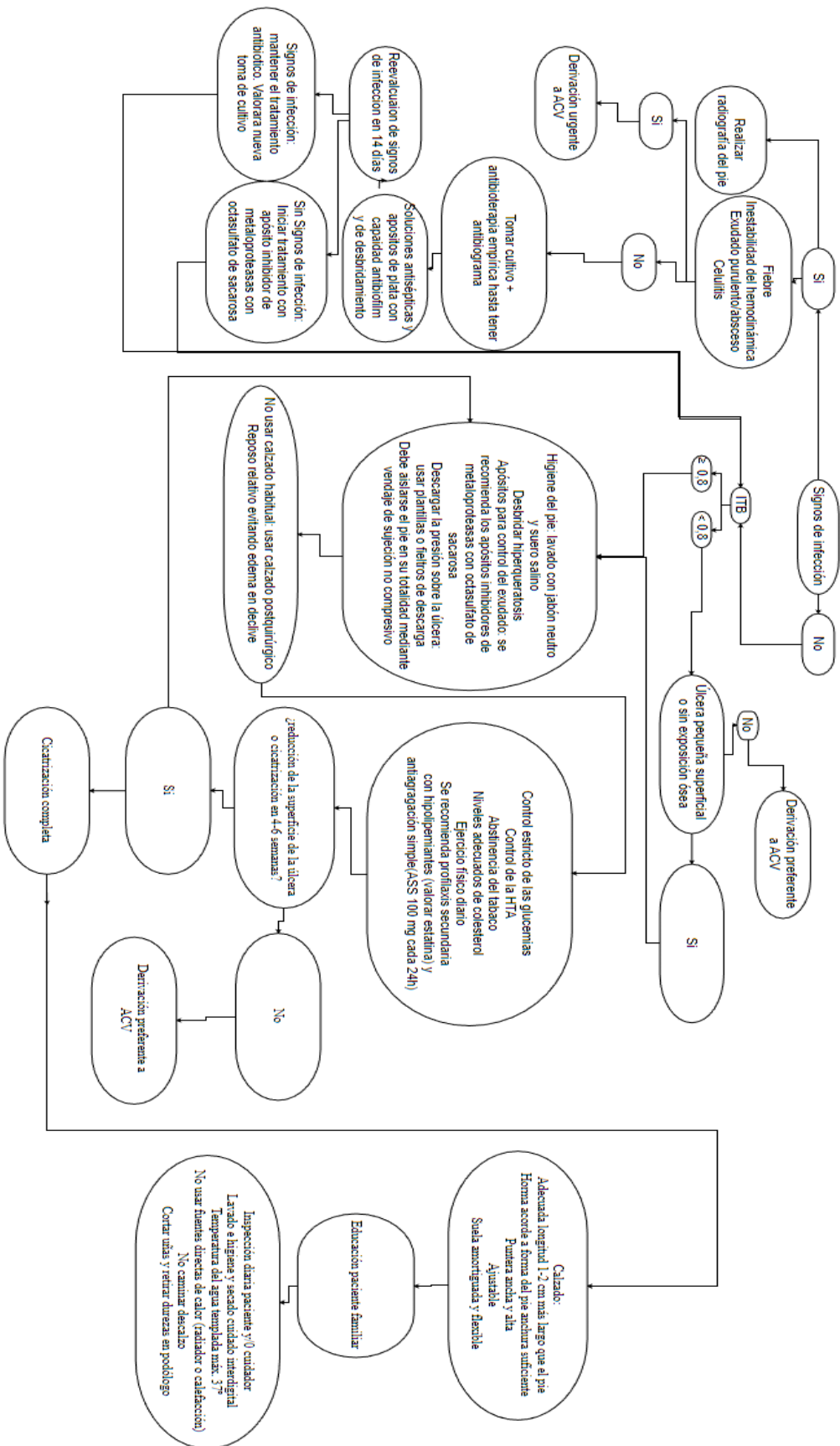
Si el usuario responde “NO” a la pregunta inicial del algoritmo del tratamiento de la úlcera neuropática: *¿Signos de infección?*, el sistema conduce al usuario por el mismo algoritmo explicado anteriormente, donde se proporcionan las recomendaciones generales de tratamiento, evaluación del seguimiento y posteriores recomendaciones tras la cicatrización de la úlcera.

Destacar que uno de los objetivos de UlcerAPP, es que el usuario no solo sea capaz de una forma sencilla de llegar al diagnóstico y de aplicar el tratamiento adecuado, sino poder evaluar la evolución de la úlcera y saber en que momento, el paciente debe ser derivado a una unidad de Angiología y

Cirugía Vascular. Este manejo integral del proceso, tiene como objetivo mejorar la calidad asistencial, reducir los tiempos de cicatrización de las úlceras y por supuesto esto lleva consigo la mejora en la calidad de vida de estos pacientes. Además, esto podría mejorar la carga asistencial en la atención especializada, reducir costes por derivaciones innecesarias, en definitiva, mejorar la eficiencia de la asistencia.

4.5.2.2. Úlcera neuroisquémica. Tratamiento.

En la figura 19 se muestra el algoritmo del tratamiento de la úlcera neuroisquémica.



El algoritmo se inicia exactamente igual que en el tratamiento de la úlcera neuropática; *¿Signos de infección?*. Si la respuesta es “SI” expone los criterios de gravedad y si cumple dichos criterios, derivación urgente. Si no cumple los criterios de gravedad, el algoritmo es el mismo que en la úlcera neuropática, toma de antibiótico, cultivos y reevaluación en 14 días.

En el siguiente paso, el sistema pregunta *¿Dispones de doppler para hacer ITB?*. Si la respuesta es “NO”, el sistema formula otra pregunta: *¿Presenta una úlcera pequeña o superficial sin exposición ósea?*. Si la respuesta es “SI”, expone las recomendaciones generales de tratamiento, como las curas locales, consejos sobre la utilización de calzado ortopédico y control médico estricto (control de los factores de riesgo cardiovascular, abstinencia del tabaco en caso de fumadores y recomendación de prevención secundaria con antiagregantes e hipolipemiantes). En el siguiente paso, el sistema pregunta: *¿Reducción de la superficie de la úlcera o cicatrización en 4-6 semanas?*. Si la respuesta es “SI”, el sistema recomienda continuar con el tratamiento previamente recomendado y ofrece la opción *“Pulsar si cicatrización completa”*, y en caso afirmativo, el algoritmo redirige a las *“Recomendaciones sobre el uso de calzado”* y *“Educación a pacientes y familiares”*.

Volviendo a la pregunta: *¿Dispones de doppler para hacer ITB?*. Si la respuesta es “NO”, ofrece al usuario dos posibilidades:

- ITB >0,8: Si se trata de esta opción, el algoritmo dirige al usuario a las recomendaciones generales de tratamiento previamente descritas. Posteriormente se siguen los mismos pasos, donde el sistema pregunta sobre la evolución de la úlcera y opción de cicatrización completa para aportar *“Recomendaciones sobre el calzado”* y *“Educación a pacientes y familiares”*.

- ITB <0,8: En esta opción el sistema pregunta: *¿Presenta una úlcera pequeña o superficial sin exposición ósea?*. Si la respuesta es “SI”, el algoritmo dirige al usuario a las recomendaciones generales de tratamiento. Si la respuesta es “NO” recomienda valoración preferente por un especialista en ACV.

Si volvemos a la pregunta inicial de este algoritmo, donde el usuario no dispone de doppler para la realización de ITB, si la respuesta es “NO”, el algoritmo es igual que en la pregunta previa (derivación preferente a ACV)

Esta pregunta intermedia en la que el usuario no dispone de doppler (se desconoce el estado hemodinámico, es decir el grado de isquemia), o bien la úlcera no es pequeña y afecta a planos profundos (afectación ósea) esta formulada para detectar al paciente potencialmente grave, y por tanto candidato a una valoración preferente/urgente por un especialista en ACV.

4.5.2.3. Úlcera isquémica. Tratamiento

El algoritmo de la úlcera isquémica es el más sencillo, puesto que son pacientes que precisan una valoración con mayor prioridad por un especialista en Angiología y Cirugía Vascular, puesto que habitualmente las curas locales tienen como objetivo secar las lesiones y evitar la sobreinfección. El tratamiento curativo es la revascularización, y eso precisa valoración por el especialista.

A continuación, se muestra en la Figura 20 el algoritmo del tratamiento de la úlcera isquémica o arterial.

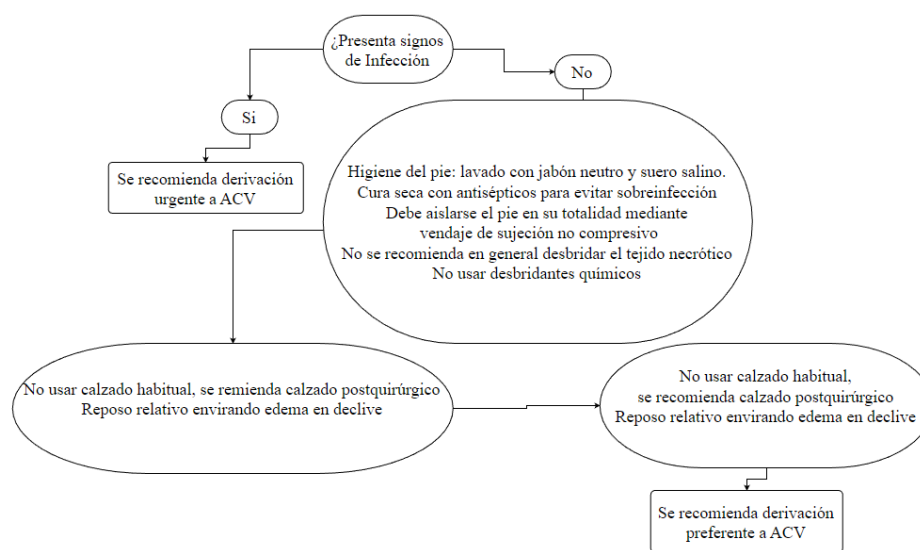


Figura 20. Algoritmo del tratamiento de la úlcera isquémica. Fuente: propia.

El algoritmo se inicia con la pregunta: ¿Signos de infección?. Si la respuesta es “SI” el sistema recomienda derivación urgente a una unidad de ACV. Si la respuesta es “NO”, proporciona al usuario las recomendaciones básicas de tratamiento local y posterior recomendación preferente a una unidad de ACV. Queda patente que este tipo de úlceras debe ser remitido siempre, salvo excepciones al especialista en ACV.

4.5.2.4. Úlcera flebostática o venosa. Tratamiento

Como se describió en el Capítulo 2, apartado 2.2.2, las úlceras flebostáticas o venosas se localizan en la pierna, más frecuentemente en la región perimaleolar interna o suprameleolar externa.

A continuación, se muestra la figura correspondiente al algoritmo del tratamiento de la úlcera flebostática o venosa.

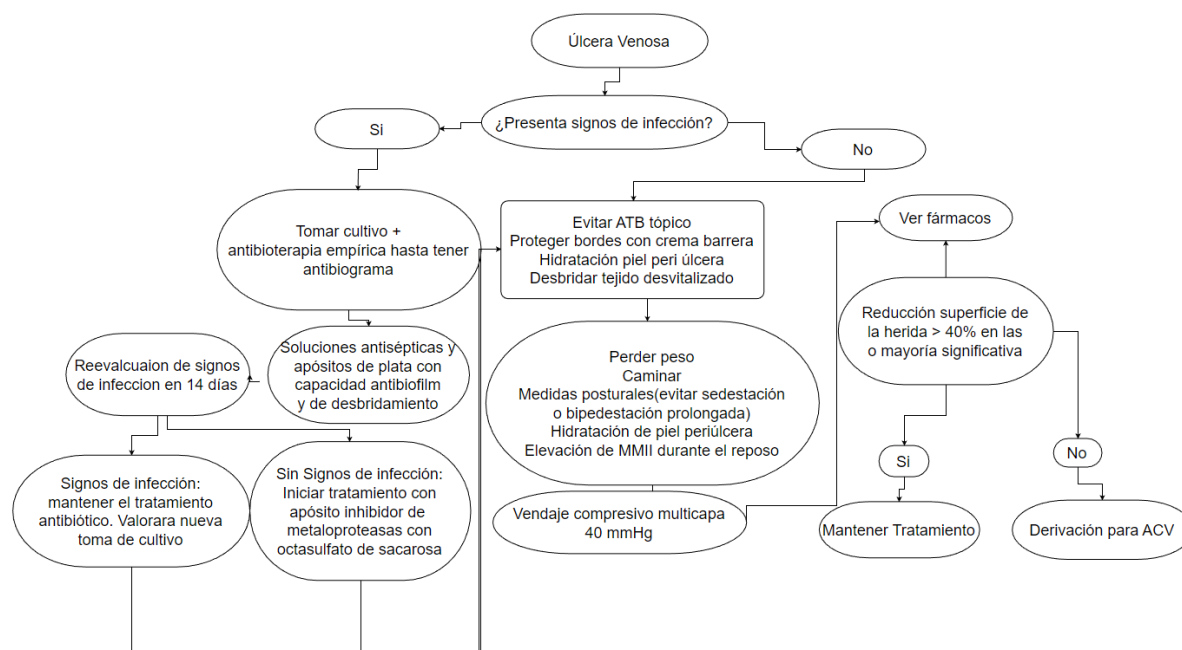


Figura 21. Algoritmo del tratamiento de la úlcera flebostática o venosa. Fuente: propia.

El algoritmo se inicia con la pregunta *¿Signos de infección?*. Si la respuesta es “SI”, el algoritmo redirige al usuario a los mismos caminos que en la úlcera neuropática o neuroisquémica, con las mismas recomendaciones en cuanto al manejo de la infección (antibiótico, toma de cultivo, reevaluar en 14 días....). Posteriormente el sistema muestra las recomendaciones de tratamiento. En este caso, da mucha importancia al vendaje compresivo multicapa a 40 mmHg, pilar del tratamiento de la úlcera venosa. Por otro lado, explica las recomendaciones sobre el tratamiento local y sobre hábitos de vida saludable, como perder peso, caminar a diario, hidratar la piel periúlcera, evitar la sedestación o bipedestación prolongada y elevar las piernas durante el descanso. Tras estas recomendaciones, el sistema ofrece al usuario la opción “Ver fármacos” o “Continuar”. Al pulsar “Ver fármacos”, el sistema muestra el listado de fármacos venoactivos disponibles en el mercado. En la versión de iOS, aparece el listado de fármacos cada uno de ellos en forma de botón. Al seleccionar el fármaco, se muestra el nivel de evidencia científica y la posología. En la versión Android, al pulsar la opción

“Ver fármacos”, aparece la siguiente tabla. Las pantallas de cada una de las versiones se explicarán en el Capítulo 5.

Grupo	Sustancia	N. comercial	Evidencia	Posología
Gamma-benzopironas	Flavonas	Diosmina 500 mg	Grado C	500mg cada 12h.
	Flavonas	Dafilon 500mg (Fracción flavonoide micronizada purificada)	Grado A	500mg cada 12h.
	Flavonas (Rutósidos)	Venoruton 1 g	Grado A	1-2 g cada 24h.
	Flavanonas (Troxurelina)	Esberiven (100mg/ml)	Grado A	10 ml cada 24h.
Saponinas	Flavonas (Hidrosmína)	Venosmil 200 mg		200mg cada 8h.
	Escinas	Flebostatin Retard 50 mg	Grado B	50mg cada 12 h.
	Dobesilato cálcico	Doxium fuerte 500mg	Grado A	500mg cada 12h.
Sintético	Sulodexida	Aterina 15mg/Dovida 30 mg	Grado A	30mg cada 12h.
Compuestos Compuestos	Ruscus/Heperidina/Ac. ascórbico	Fabroven	-	2-3 capsulas/día
	Diosmina/Heperidina/Troxerutina	Triade	-	1 cápsula/día

Tabla 5. Fármacos venoactivos disponibles en el mercado. Fuente: propia.

Estos fármacos han demostrado aumentar la tasa de cicatrización cuando se utilizan con un correcto vendaje compresivo. Si el usuario pulsa “Continuar”, expone el siguiente botón con la opción: “Pulsar si reducción de la úlcera 40% en 4-6 semanas”. Si el usuario pulsa esta opción, el sistema recomienda derivación preferente a una unidad de ACV.

Si la respuesta a los signos de infección es “NO”, el sistema proporciona la información sobre las recomendaciones de tratamiento, como se ha descrito previamente.

4.5.2.5. Úlcera Mixta. Tratamiento

La úlcera mixta, es una úlcera cuya base fisiopatológica es la hipertensión venosas, es decir como la úlcera flebostática, pero con un componente isquémico. Como se muestra en la Figura 22, el tratamiento coincide con el de la úlcera flebostática, teniendo en cuenta el ITB para ajustar la compresión. Los pacientes con isquemia leve (ITB entre 0,8-1,3) la compresión recomendada es de 40 mmHg y para ITB inferiores de 20 mmHg.

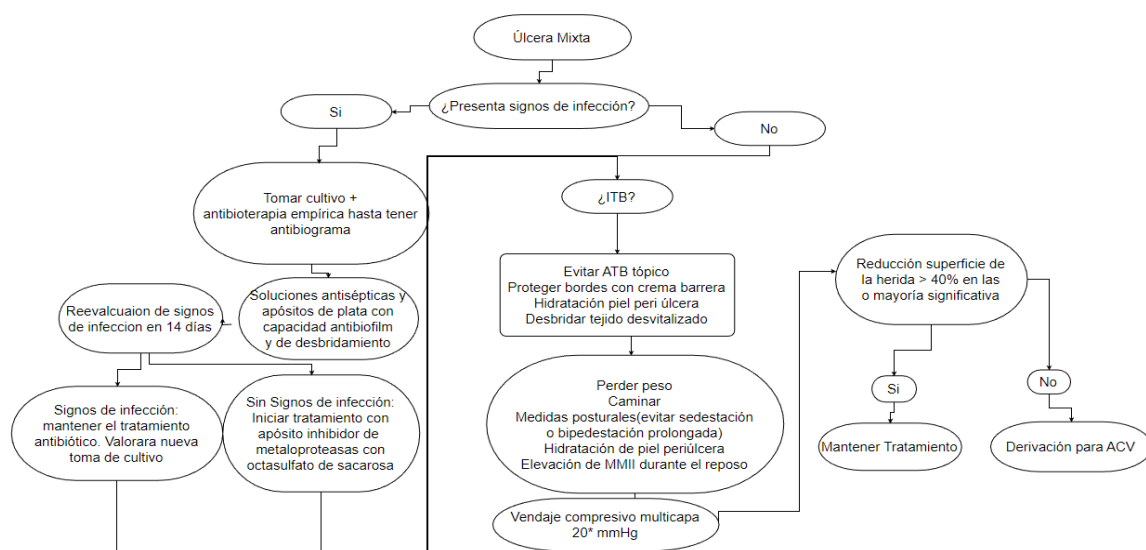


Figura 22. Algoritmo del tratamiento de la úlcera mixta. Fuente: propia.

El tratamiento, así como las recomendaciones de derivación de las úlceras flebostáticas y mixtas se basan en el algoritmo publicado por el Capítulo de Flebología y Linfología (CEFYL) de la Sociedad Española de Angiología y Cirugía Vascular (SEACV), cuya base científica se basa en publicaciones y guías clínicas nacionales e internacionales [18-26].

4.5.2.6. Úlcera Hipertensiva o de Martorell. Tratamiento.

A continuación, se muestra en la Figura 23, el algoritmo de tratamiento de la úlceras hipertensivas o de Martorell:

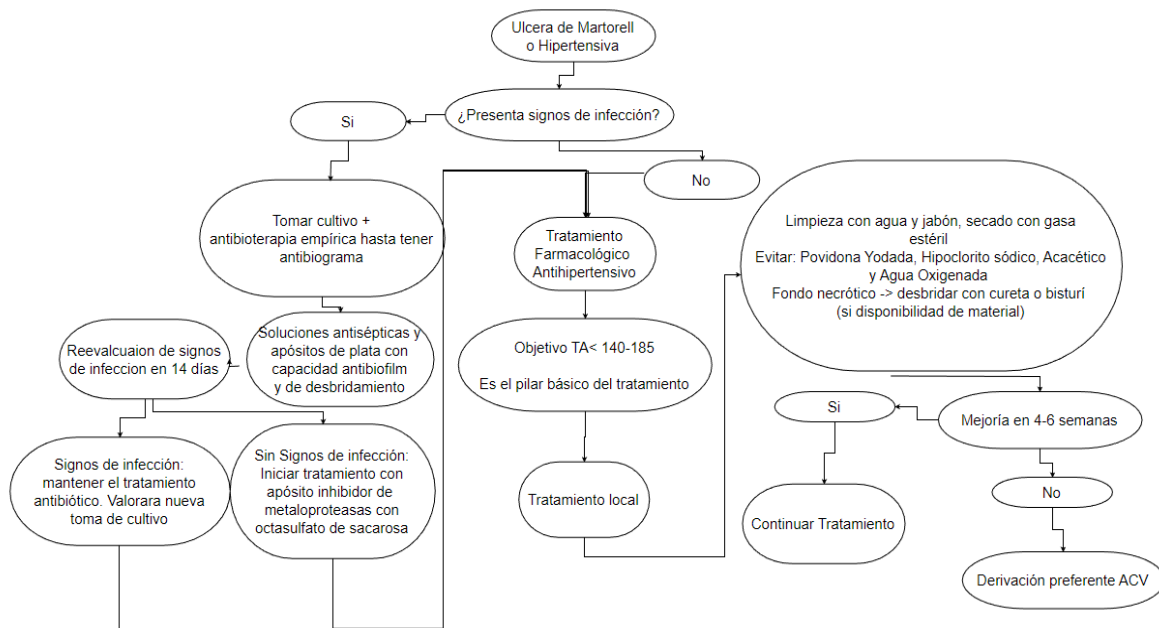


Figura 23. Algoritmo del tratamiento de la úlcera hipertensiva o de Martorell. Fuente: propia.

Como todos los algoritmos de tratamiento, el sistema inicia preguntando: *¿Signos de infección?*. Si la respuesta es “SI”, el algoritmo es idéntico que para el manejo de los demás tipos de úlceras. Posteriormente a esto, o bien, si la respuesta a la pregunta inicial es “NO”, el sistema proporciona al usuario el tratamiento de la úlcera hipertensiva. En este caso, destacar que el pilar del tratamiento es el control estricto de la tensión arterial, ya que como se explicó en el Capítulo 2, apartado 2.6 de este documento, la HTA (sin que se conozca exactamente cuál es la fisiopatología) está detrás del desarrollo de esta úlcera. Por otra parte, expone una serie de recomendaciones para el tratamiento local.

Posteriormente, para conocer cuál es la evolución del paciente, el sistema pregunta: *¿Cicatrización o mejoría en 4-6 semanas?*. Si la respuesta es negativa, recomienda al usuario derivación preferente a una unidad de ACV

CAPÍTULO 5:

RESULTADOS

CAPÍTULO 5. RESULTADOS

5.1. UlcerAPP.

A continuación, se van a mostrar los resultados obtenidos tras el desarrollo de la aplicación UlcerAPP. Como se describió en el Capítulo 4, apartado 4.1.2. de este documento, la programación en iOS se realiza en Xcode, el cual dispone de iOS Simulator, para ir probando la aplicación a medida que se va desarrollando el código. Aun así, las pruebas en dispositivo físico se han realizado sobre un iPhone 12 y 15Plus, para la aplicación en iOS. Para descargar la aplicación hay que poner el comando “ulcerAPP” en la barra de búsqueda de la tienda virtual de iOS, Apple Store. Es la primera opción que aparece, incluso si ponemos el comando “úlcer”. Al descargar la aplicación se instalará en el dispositivo. Tiene un tamaño de 21,9 MB. Una vez instalada la aplicación en el dispositivo la podemos iniciar pulsando en el icono “UlcerAPP”.

La programación de la aplicación en Android se realiza en Android Studio, cuyas características se describen en el apartado 4.2.1. Tiene la complejidad, el gran número de dispositivos que trabajan con este sistema operativo, lo cual hace que el ajuste y funcionamiento resulte más tedioso. Las pruebas en dispositivo físico se han realizado sobre Xaomi Redmi Note 8T y una Tablet Huawei Mate 10 ALP-L09. La aplicación se descarga en la tienda virtual, Google Play. Para descargar la aplicación hay que poner el comando “ulcerAPP” en la barra de búsqueda de la tienda virtual. Al descargar la aplicación se instalará en el dispositivo. Tiene un tamaño de 32,9 Mb Una vez instalada la aplicación en el dispositivo la podemos iniciar pulsando en el icono de nombre “UlcerAPP”.

A continuación, se muestra el icono diseñado para UlcerAPP.



Figura 24. Icono de UlcerAPP. Fuente: propia.

Al lanzar la aplicación tendremos una pantalla de carga que no toma más de dos segundos en desaparecer dando paso a una pantalla informativa:

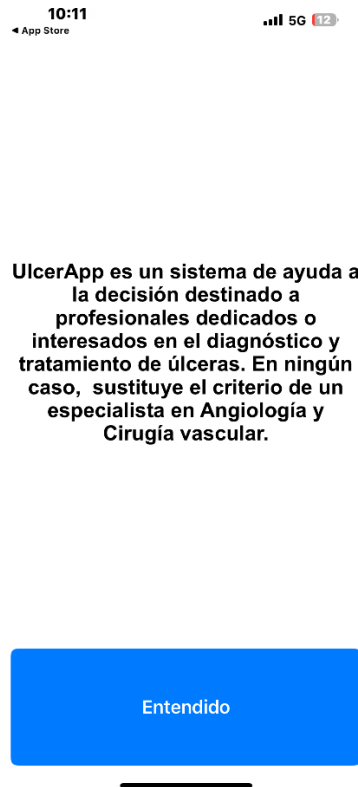


Figura 25. Pantalla inicial informativa de UlcerAPP iOS.

Informa al usuario que UlcerAPP es un SADM, pero que en ningún caso sustituye el criterio de un especialista en ACV. Al pulsar “Entendido”, podremos acceder directamente a la pantalla principal de la aplicación.

En la pantalla principal, aparece una pantalla que consta de 3 botones para acceder a las 3 funcionalidades principales de la aplicación. El primero de los botones nos permite comenzar el diagnóstico de la úlcera, donde responderemos una serie de preguntas y que concluirá con el diagnóstico de la misma. En segundo lugar, podemos acceder directamente al tratamiento. Al entrar en esta opción, aparece el listado de las úlceras incluidas en el sistema. Por último, el tercer botón “Referencias y Enlaces de interés” nos llevará a una pantalla donde podremos acceder a las referencias bibliográfica utilizadas para la elaboración de los algoritmos y a la encuesta de usabilidad que el usuario podrá realizar (a través de un cuestionario de Google Form) para evaluar la funcionalidad y experiencia de uso. Como se dijo anteriormente esta sección está preparada para

incorporar distintos enlaces de interés a páginas relacionadas con la patología cardiovascular, enlaces a videos explicativos y demostrativos del proceso de diagnóstico y tratamiento de úlceras.



Figura 26. Pantalla principal de UlcerAPP. iOS. Fuente propia.

1.1.1. UlcerAPP. Diagnósticos

A continuación se ejemplificará el funcionamiento del sistema del SADM. En primer lugar, se mostrará el algoritmo de diagnóstico. Como ya se ha descrito, a través de breves preguntas, el sistema guía al usuario hacia el algoritmo correspondiente.

Al comenzar el diagnóstico nos encontramos con una pantalla donde se puede ver el texto referente a la pregunta que se requiere contestar, dos botones con las opciones posibles y dos botones inferiores para facilitar el movimiento por la aplicación. El botón izquierdo de la parte inferior contiene siempre el texto “Atrás” y permite retroceder a la pregunta anterior, está pensado para evitar tener que comenzar de nuevo si se responde incorrectamente una de las preguntas. Por otro lado, el botón adyacente con el texto “Salir” permite al usuario volver al menú principal en cualquier momento. Estos dos botones están presentes en todas las preguntas del diagnóstico. Se muestra en la Figura 27. En la versión Android, la navegación es un poco diferente y no aparecen estos botones. Para poder volver atrás, hay que arrastrar con los dedos la pantalla hacia la derecha.

Para volver a la pantalla inicial, hay que pulsar un botón localizado en la parte superior derecha en forma de casita. Estas pantallas se pueden observar en la Figura 27A del Anexo I, al final del documento.

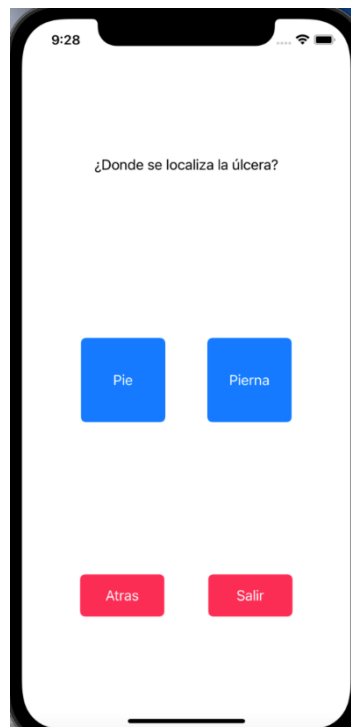


Figura 27. Pantalla inicial del diagnóstico. iOS. Fuente: propia.

Tras seleccionar una de las respuestas pasaremos a la siguiente pregunta, en este caso seleccionamos la respuesta “PIE” en la primera pantalla y, por tanto, acorde al algoritmo descrito anteriormente, nos encontramos ante la siguiente pregunta:



Figura 28. Pantalla exploración de pulsos. iOS. Fuente: propia.

Tras responder “SI” podemos ver otro tipo de pantalla, en este caso el sistema muestra una serie de características, coincidiendo con las múltiples opciones que se mostraban en los algoritmos descritos previamente. Esta pantalla actúa a modo de introducción para la siguiente y no tiene ninguna lógica adicional.

Posteriormente se despliega un menú que consta de una serie de botones (el número varía según las características que se requiera en cada caso). Los botones aparecerán disponibles para ser pulsados para ver más información o fotos de referencia. En algunos casos particulares veremos algún botón desactivado ya que no es necesario mostrar más información para ese caso. Se ha seleccionado este interfaz ya que permite al usuario visualizar las imágenes en el orden deseado, permitiendo también abrir y cerrar estas imágenes cuantas veces el usuario quiera.

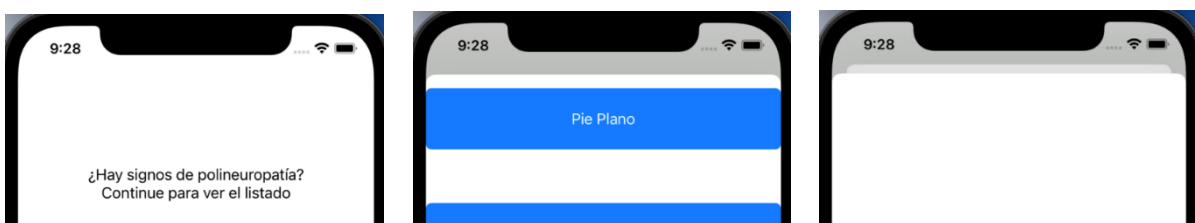


Figura 29. Pantalla signos de polineuropatía. iOS. Fuente: propia.

Si “NO” cumple criterios, nos muestra otra pantalla diferente, ya que el algoritmo se dirige hacia una úlcera arterial o isquémica. Esta pantalla también actúa a modo de introducción para la siguiente y no tiene ninguna lógica adicional.

Figura 30. Pantalla signos de úlcera isquémica. iOS. Fuente: propia.

Al salir de la pantalla de las características, pregunta si el paciente cumple con las mismas.

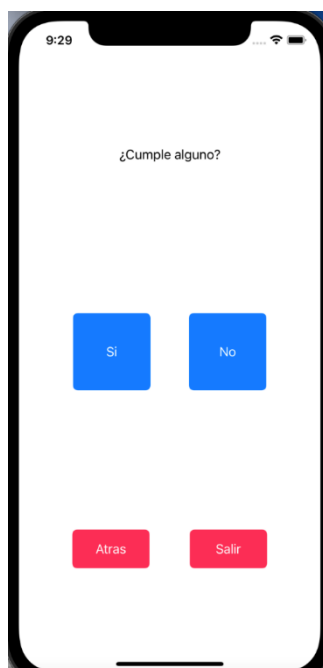


Figura 31. Pantalla ejemplo. iOS. Fuente: propia.

Dependiendo del camino que se haya seguido en el algoritmo en función de las respuestas a las preguntas presentadas, se llegan a los siguientes diagnósticos: úlcera neuropática, neuroisquémica o isquémica.

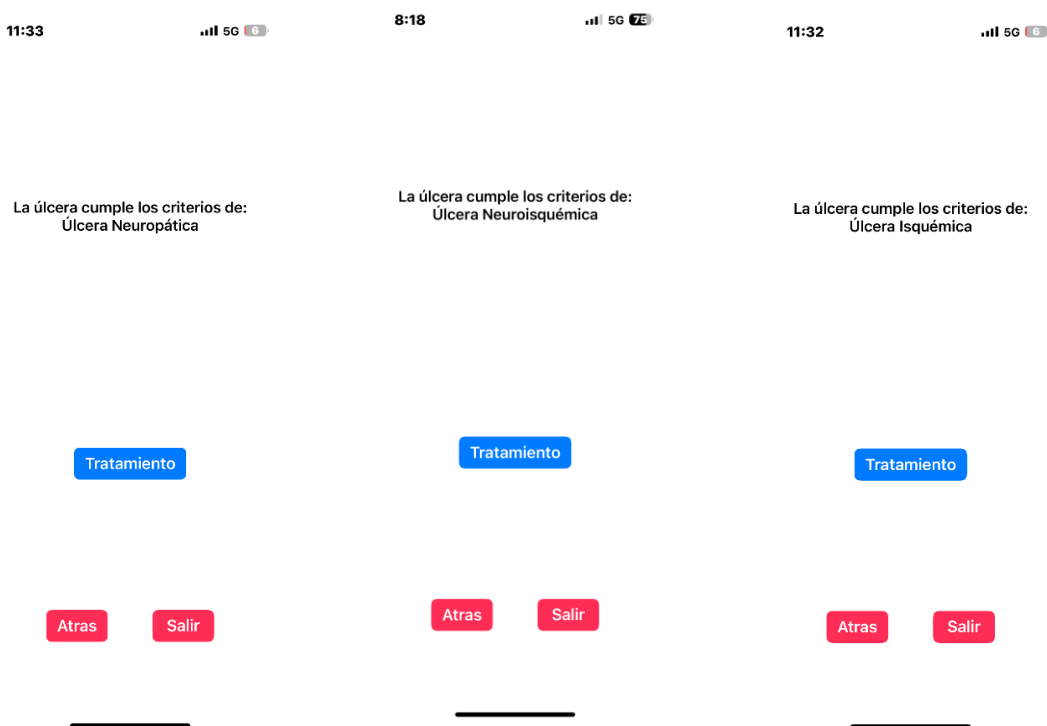


Figura 32. Pantallas de diagnóstico úlceras localizadas en el PIE. iOS. Fuente: propia.

Se puede ver en las imágenes mostradas, la pantalla final del diagnóstico incluye un botón a través del cual se podrá acceder directamente al tratamiento.

Como ya se ha descrito en apartados anteriores, si la úlcera no cumple con los criterios incluidos en el sistema, la aplicación muestra la siguiente pantalla:



Figura 33. Pantallas de diagnóstico “no cumple criterios de etiología vascular”. iOS. Fuente: propia.

Hasta ahora, se ha explicado el funcionamiento de la aplicación de las úlceras localizadas en el “PIE”. A continuación, se describirá el funcionamiento de las úlceras localizadas en la “PIERNA”. Como en el caso anterior, la primera pregunta formulada se mostró en la Figura 27 (Figura 27A del Anexo I).

Posteriormente, formula otra pregunta en relación con la localización en la pierna como se puede ver en la siguiente figura:

Figura 34. Pantallas de la localización de la úlcera en la pierna. iOS. Fuente: propia.

Si se pulsa “Supramaleolar externa”, en la versión iOS, aparece una pantalla intermedia indicando que hay que realizar una exploración física y comprobar las siguientes características ofreciendo un botón inferior “Continuar”. En esta misma pantalla se puede volver a la pantalla en el botón “Atrás” o “Salir” para volver al menú principal de la aplicación. En la versión Android, pregunta directamente una serie de características y muestra el listado con una serie de botones (que contiene las características de las úlceras flebostáticas). Dentro de cada una de las opciones el usuario podrá acceder a una foto y a una breve descripción de la características macroscópicas. Hay algunos botones desactivados, ya que no contienen información adicional. Posteriormente, el sistema formula la pregunta si cumple con los criterios anteriormente descritos (Figura 32- 32A del Anexo I).

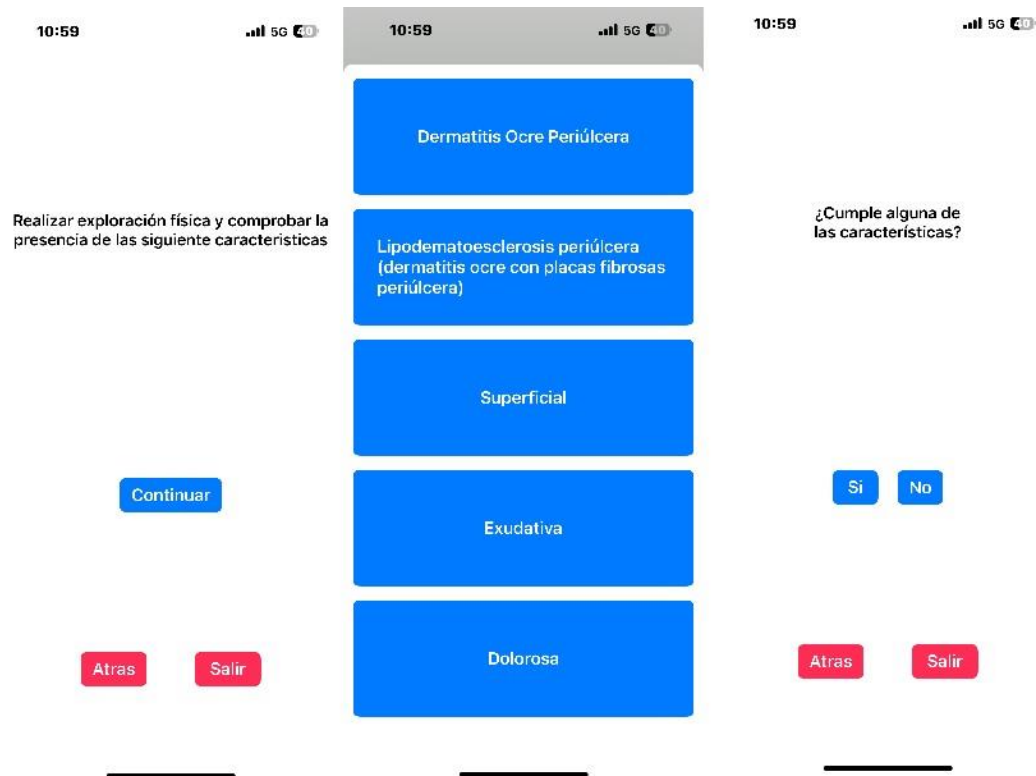


Figura 35. Pantallas del diagnóstico úlcera con localización supramaleolar externa. iOS. Fuente: propia.

Si tras esta pregunta, se pulsa el botón “SI”, el sistema formula la pregunta; *¿pulsos distales presentes?*. Si la respuesta es “SI”, aparece la pantalla de úlcera con criterios de úlcera flebostática o venosa, y si es “NO” de úlcera mixta (Figura 36- Figura 36A del Anexo I).

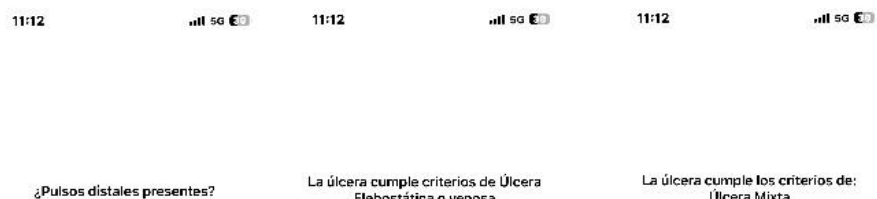


Figura 36. Pantallas del diagnóstico úlcera flebostática o mixta. iOS. Fuente: propia.

Si no cumple criterios, el sistema formula de nuevo la pregunta; *¿pulsos distales presentes?*. Si la respuesta es “SI”, aparece una pantalla con la pregunta; *¿Hipertensión mal controlada o hipertensión diastólica?*. Si la respuesta es “NO”, la úlcera no cumple criterios de úlcera de etiología vascular (Figura 33- 33A del Anexo I). Si la respuesta es “SI”, el sistema expone las características de la úlcera hipertensiva. Al igual que en pantallas similares se puede acceder a fotos a modo de ejemplo. Posteriormente, si cumple 2 o más criterios, aparece la pantalla de “la úlcera cumple con los criterios de úlcera hipertensiva o de Martorrell (Figura 37- 37A del Anexo I), si no cumple estas características, la úlcera no cumple con criterios de etiología vascular.

Si a la pregunta de pulsos distales pulsamos “NO”, igualmente la úlcera no cumple criterios y aparece la pantalla mostrada en la Figura 33 (Figura 33A del Anexo I).

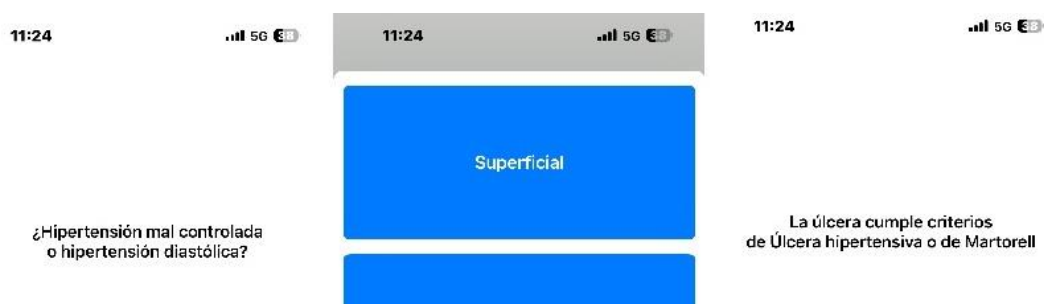


Figura 37. Pantallas del diagnóstico úlcera hipertensiva o de Martorell. iOS. Fuente: propia.

A continuación, una vez se ha elegido la localización “PIERNA”, se explicará el funcionamiento a partir de la pantalla “¿donde se localiza la úlcera?” + “Perimaleolar interna”.

Tras elegir esta opción, aparece una pantalla intermedia indicando que hay que realizar una exploración física y comprobar la presencia de una serie de características que se muestran en la siguiente pantalla (en la versión Android se ve todo en una misma pantalla). También ofrece la opción mediante un botón inferior “Continuar” y volver “Atrás o “Salir” a la pantalla principal de la aplicación. Al avanzar de pantalla, se despliega un menú con un listado en forma de botones (con las características de las úlceras flebostáticas). Posteriormente, el sistema formula la pregunta; *¿cumple los criterios?* (Figura 35- 35A del Anexo I). Si la respuesta es “SI”, aparece la pregunta; *¿Pulsos distales presentes?*. Al igual que en el algoritmo anterior, si la respuesta es “SI”, aparece la pantalla de úlcera con criterios de úlcera flebostática o venosa, y si es “NO” de úlcera mixta (Figura 36 - 36A del anexo I).

Si no cumple con los criterios expuestos, la úlcera no cumple con los criterios de úlcera de etiología vascular (Figura 33 - 33A del Anexo I).

1.1.2. UlcerAPP. Tratamientos

Los algoritmos de tratamiento se han elaborado en base a documentos de consensos actualizados como ya se describió en el Capítulo 2, apartado 2.1.

Todos los algoritmos se inician con una pregunta basada en la presencia de signos de infección, puesto que a pesar de que cada una de las úlceras tiene un manejo y recomendaciones específicas, el tratamiento de la sobreinfección precisa de una serie de medidas especiales, como la toma de cultivo y tratamiento antibiótico empírico. Además el control de la infección no solo será importante para la buena evolución de la misma, sino para determinar si el paciente se beneficia de una valoración urgente o preferente por un especialista en ACV.

A continuación, se ejemplificará el funcionamiento de UlcerAPP mostrando el algoritmo de tratamiento. En esta sección, se mostrarán las recomendaciones de tratamiento donde el sistema también formulará preguntas u ofrecerá al usuario opciones para evaluar la evolución de la úlcera o las recomendaciones una vez la úlcera haya cicatrizado. Para acceder, el usuario se tendrá que dirigir a la pantalla principal (Figura 26 - 26A del Anexo I) y pulsar el botón “Tratamiento”. También se puede acceder directamente, cuando utilizamos la sección “Diagnóstico” y hemos llegado al final del algoritmo con un diagnóstico determinado. Una vez dentro, nos aparecerá el listado de úlceras en forma de botones a los que podremos acceder pulsando en ellos. En la versión iOS, en la parte inferior de esta pantalla, hay un botón de “Salir” para volver a la pantalla principal (Figura 38). En la versión Android, no aparece este botón, pero si el usuario desea volver a la pantalla principal deberá arrastrar con los dedos de izquierda a derecha (Figura 38A del Anexo I).

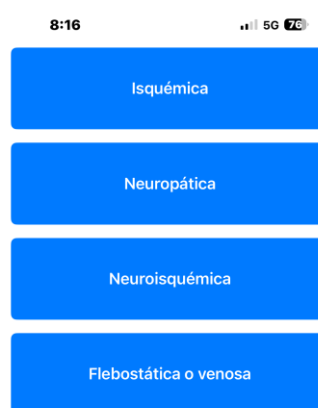


Figura 38. Pantalla principal de Tratamientos. iOS. Fuente: propia.

Como se acaba de describir, la primera pregunta que formula el sistema, independientemente de la úlcera que seleccione el usuario es: *¿Presenta signos de infección?* (Figura 39.1, 39.2 – 39.1A 39.2A del Anexo I).

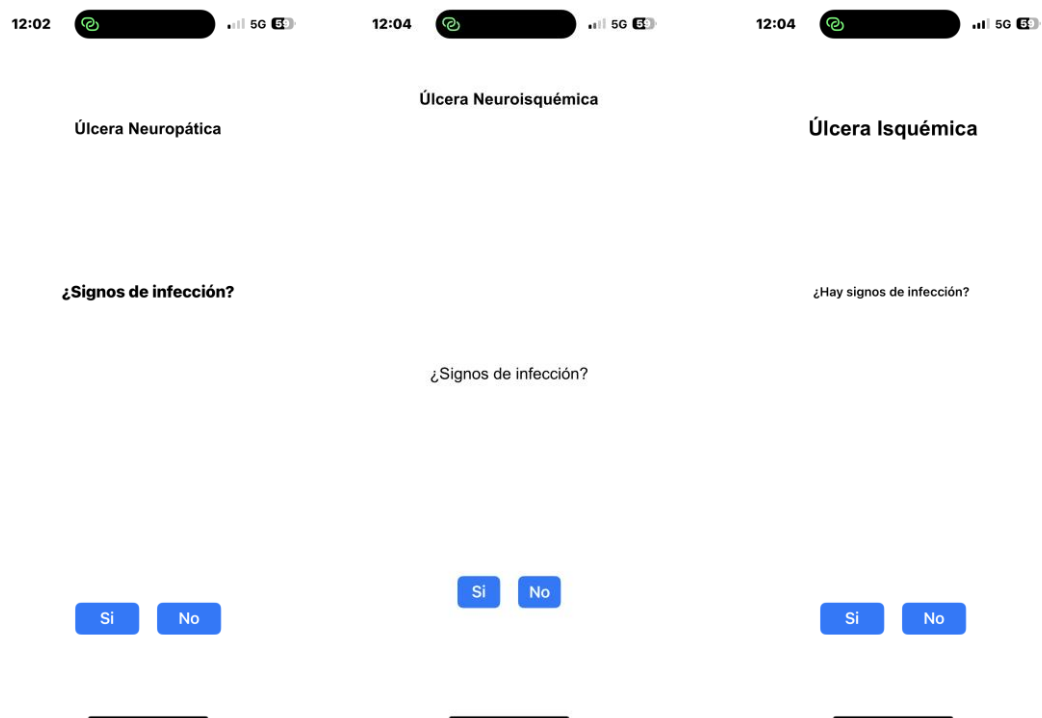


Figura 39.1. Pantalla inicial de los tratamientos de úlceras en pie. iOS. Fuente: propia.

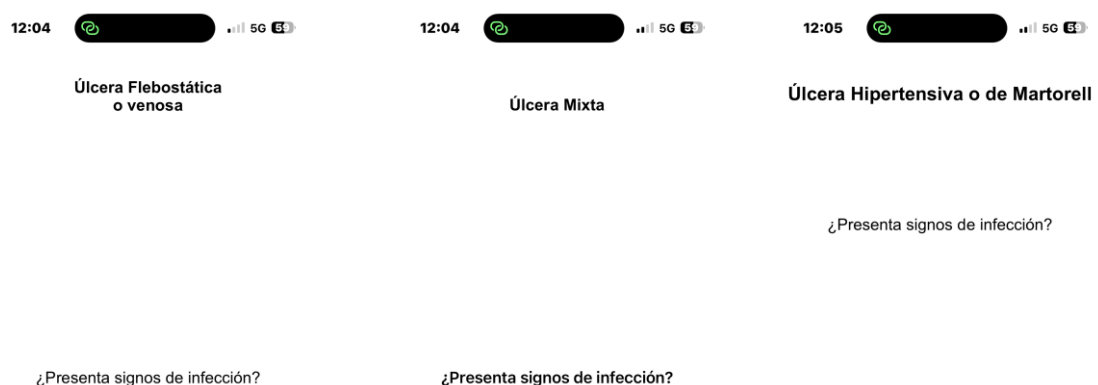


Figura 39.2. Pantalla inicial de los tratamientos de úlceras en pierna. iOS. Fuente: Propia.

Si la respuesta es “NO”, el algoritmo dirige hacia el tratamiento específico de la úlcera que ha seleccionado el usuario (se explicarán con detalle en los siguientes apartados). En el caso de la úlcera isquémica, si la respuesta es “SI”, el sistema proporciona las recomendaciones para el tratamiento local, y recomienda derivación urgente a una Unidad de ACV. Si es “NO”, expone las mismas recomendaciones de tratamiento, con la diferencia que define la derivación como preferente (Figura 40- 40A del Anexo I).

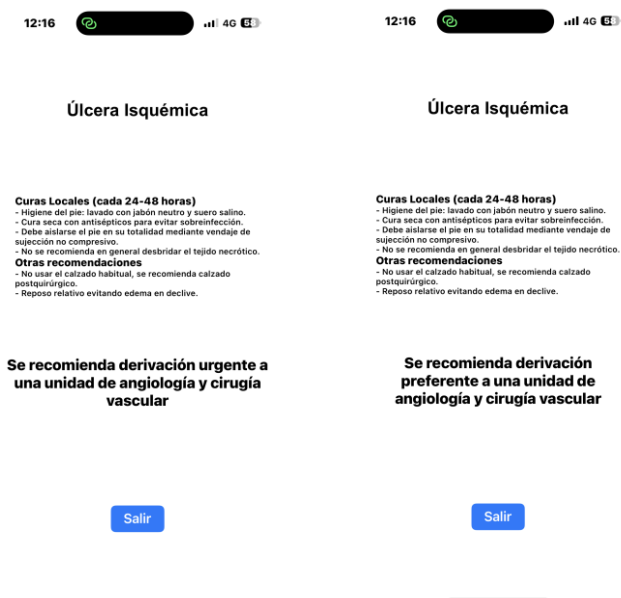


Figura 40. Tratamiento úlcera isquémica o arterial. iOS. Fuente: propia.

En el caso de la úlcera neuropática o neuroisquémica, si la respuesta a los signos de infección es “SI”, aparece una pantalla intermedia en la que recomienda la realización de una radiografía del pie, para descartar una posible osteomielitis (aparecen con mayor frecuencia en el síndrome del

pie diabético). Al pulsar “continuar”, si la respuesta es “SI”, el sistema pregunta si el paciente presenta criterios de gravedad, incluyendo la fiebre, inestabilidad hemodinámica (hipotensión o taquicardia), exudado purulento o absceso y/o celulitis. Este algoritmo de tratamiento es diferente al resto de tipo de úlceras, puesto que se trata de pacientes diabéticos, cuyas úlceras pueden poner en peligro no solo dedos, parte del pie o la extremidad, sino la vida del paciente. Esta pregunta nos sirve para estratificar mejor a estos pacientes, ya que si cumplen estos criterios deben ser valorados de forma urgente por un especialista en ACV, ya que en un porcentaje no desdeñable pueden necesitar una amputación y/o desbridamiento, y tratamiento antibiótico intravenoso. Por tanto, si cumple algunos de estos criterios, recomienda derivación urgente a una Unidad de ACV (Figura 41- 41A del Anexo I).

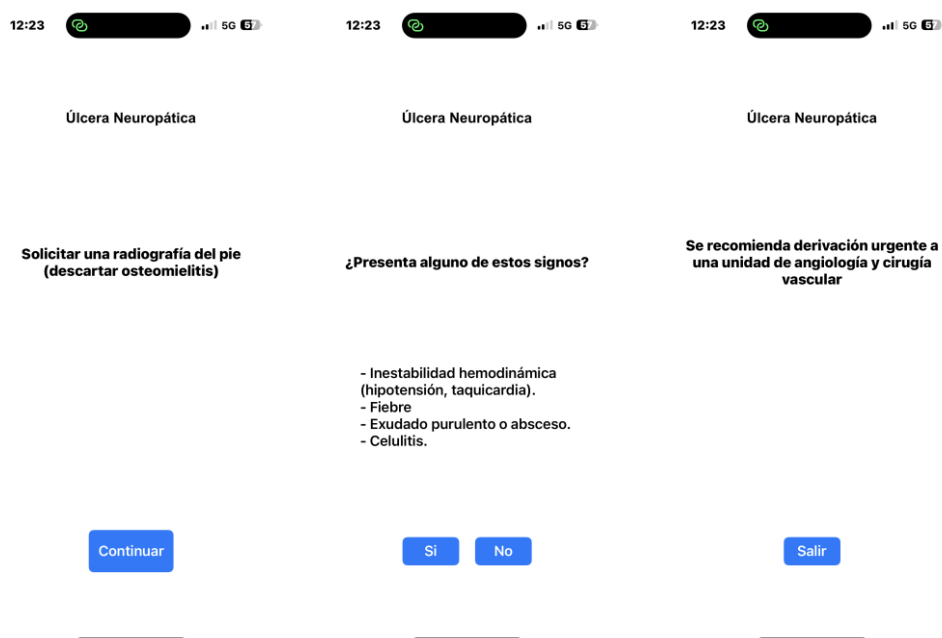


Figura 41. Pantalla signos de infección con criterios de gravedad úlcera neuropática. iOS. Fuente: propia.

Si no cumple con los criterios de gravedad, el sistema expone una serie de recomendaciones dirigidas al diagnóstico y tratamiento de la infección, como la toma de cultivo, inicio de tratamiento antibiótico empírico hasta tener un antibiograma con el germen específico y posterior reevaluación en 14 días (Figura 42- 42A del Anexo I). En esta pantalla aparecerá un botón de “continuar” en la parte inferior de la pantalla, en la versión iOS (Figura 42), y “Seguir tratamiento” en la parte superior de la pantalla, en la versión Android (Figura 42A del Anexo I). Los siguientes pasos del algoritmo se describirán en el apartado de tratamiento específico de la úlcera neuropática y neuroisquémica.

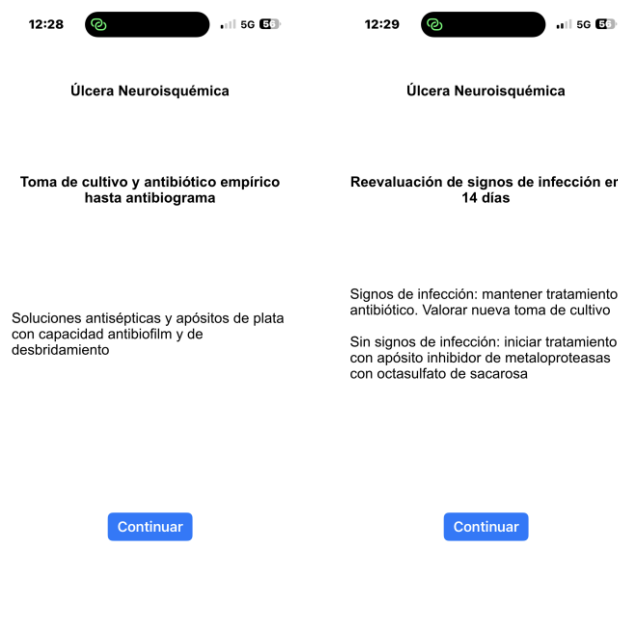


Figura 42. Pantalla signos de infección sin criterios de gravedad. iOS. Fuente propia.

En el caso de las úlceras venosas, mixtas e hipertensivas, si la respuesta a los signos de infección es “SI”, aparecen las pantallas sobre el manejo de la infección, de forma similar como se ha descrito previamente (toma de cultivo y tratamiento antibiótico). Si es “NO”, inicia el algoritmo que se analizará en los siguientes apartados de tratamiento específico para estos tres tipos de úlceras.

1.1.2.1. Úlcera Neuropática

Una vez analizados los algoritmos relacionados con la infección, al pulsar “Continuar”, aparece la pantalla de las recomendaciones de tratamiento, en cuanto a curas locales, recomendaciones de calzado, medidas posturales y control estricto de las glucemias. Si el usuario ha navegado por el camino de la presencia de infección, posterior a las pantallas del tratamiento, el sistema formula una pregunta: *Reevaluación de los signos de infección en 14 días ¿Signos de infección?* (Figura 43- 43A del Anexo I).

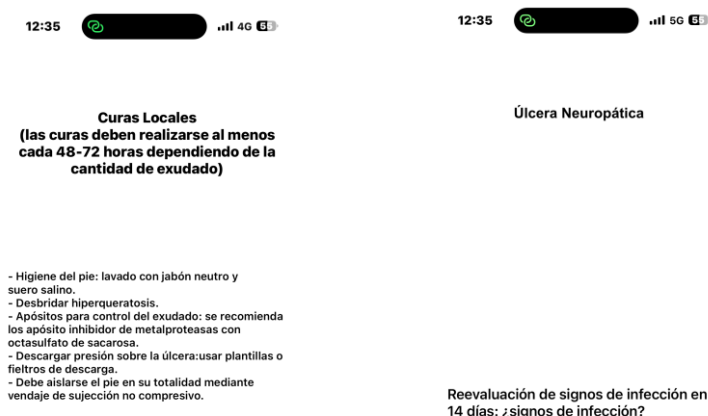


Figura 43. Pantalla de tratamiento de úlcera neuropática en algoritmo de infección. iOS. Fuente: propia.

Tanto si el usuario ha navegado por el lado de infección “NO” o bien por el camino de la infección “SI”, y la respuesta a la reevaluación de los signos de infección es “NO”, el sistema vuelve a mostrar las pantallas de tratamiento que se han descrito previamente. Si la respuesta es “SI”, aparece una pantalla intermedia que recomienda al usuario mantener tratamiento antibiótico y valorar una nueva toma de cutivo. Posterior a esto, se muestran las recomendaciones de tratamiento, recomendaciones de calzado postquirúrgico y control estricto de glucemias. A continuación, el algoritmo vuelve a formular otra pregunta: *¿Cicatrización en 4-6 semanas?* (Figura 44). En la versión Android, tanto la pregunta de la reevaluación de los signos de infección como la de cicatrización en 4-6 semanas está integrada en la misma pantalla del tratamiento (Figuras 43A y 44A del Anexo I).



Otras recomendaciones

- No usar calzado habitual, se recomienda calzado postquirúrgico.
- Evitar el uso de calzado de cuero.

Figura 44. Pantalla de tratamiento de úlcera neuropática con mas recomendaciones. iOS. Fuente: propia.

Si la respuesta es “NO”, recomienda derivación preferente a una unidad de ACV. Si la respuesta es “SI”, el sistema vuelve a mostrar las recomendaciones de tratamiento añadiendo una pantalla final con un botón “Pulsar si cicatrización completa”. Si el usuario pulsa este botón, el sistema expone unas medidas de uso de calzado y recomendaciones al paciente y familiares o cuidadores, como medidas de prevención de recidiva ulcerosa (Figura 45- 44A del Anexo I).

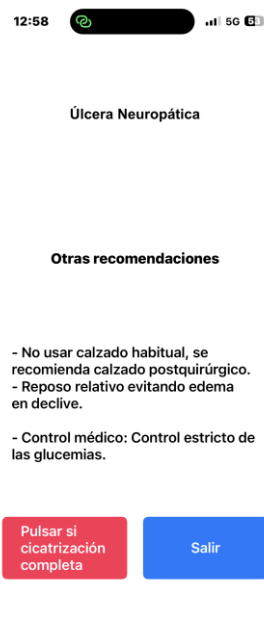


Figura 45. Pantalla opción cicatrización completa. iOS. Fuente:propia.

1.1.2.2. Úlcera Neuroisquémica

El algoritmo del manejo de la infección de la úlcera neuroisquémica es exactamente igual que la úlcera neuropática. La diferencia es que el sistema se interesa por el grado de isquemia

preguntando si el usuario dispone de doppler para hacer un ITB. En caso afirmativo, ofrece dos opciones en forma de botones: ITB > 0,8 o < 0,8. Si pulsa ITB > 0,8, es decir un grado leve de isquemia, el sistema muestra las recomendaciones de tratamiento, que son compartidas con la úlceras neuropáticas (Figura 46 – Figura 46A del Anexo I).

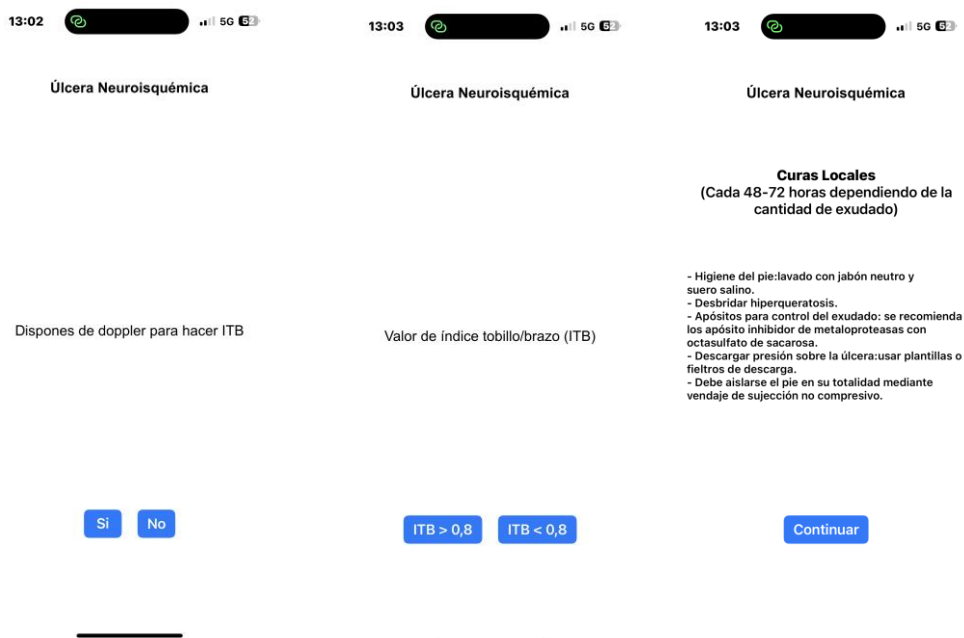


Figura 46. Pantalla tratamiento úlcera neuroisquémica ITB > 0,8. iOS. Fuente: propia.

Si el ITB es inferior a 0,8, y para estratificar la paciente en gravedad, el sistema formula una pregunta intermedia: ¿Presenta una úlcera pequeña o superficial sin exposición ósea?. Si la respuesta es “SI”, muestra de nuevo las recomendaciones de tratamiento, si es “NO” recomienda la derivación preferente a una Unidad de ACV (Figura 47- 47A del Anexo I).

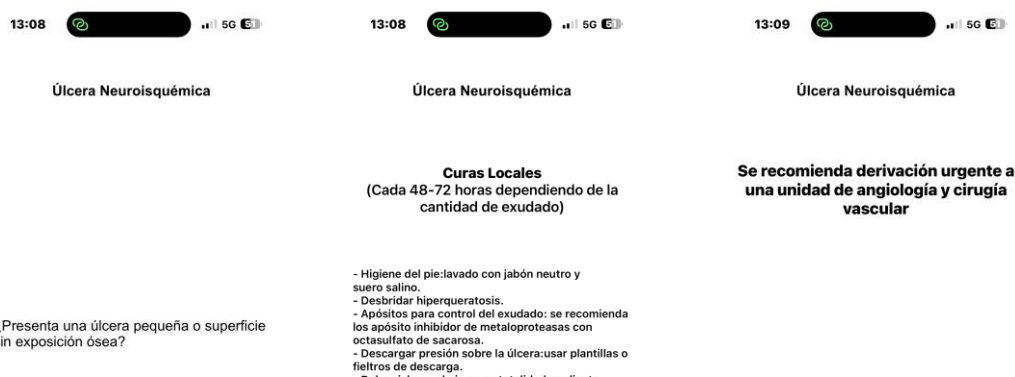


Figura 47. Pantalla tratamiento de úlcera neuroisquémica sin doppler. iOS. Fuente: propia.

Una vez se muestran estos caminos intermedios, el resto del algoritmo es igual que en la úlcera neuropática, en cuanto a la reevaluación de los signos de infección, la reducción de la superficie de la úlcera en 4-6 semanas y cicatrización completa (Figura 44 y 45).

1.1.2.3. Úlcera Isquémica o arterial

El algoritmo de la úlcera isquémicas están descritas previamente (Figura 40- 40A del Anexo I).

1.1.2.4. Úlcera Flebostática o venosa

Una vez que se pasan las pantallas sobre el tratamiento de la infección , el sistema muestra el tratamiento de este tipo de úlceras (vendaje compresivo, curas locales, cambios en los hábitos de vida saludable) (Figura 48- 48A del Anexo I).

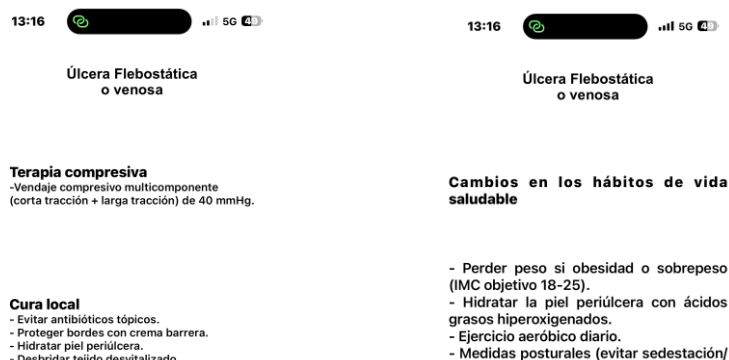


Figura 48. Pantalla tratamiento de úlcera flebostática o venosa. iOS. Fuente: propia.

En la versión iOS, dentro del tratamiento incorpora un botón “ver fármacos” en cuyo contenido podremos entrar en cada fármaco venoactivo, con su posología y nivel de evidencia (Figura 49.1 y 49.2). En la versión Android al pulsar la opción “ver fármacos”, muestra una tabla con esta misma información, mostrada previamente (Tabla 5).

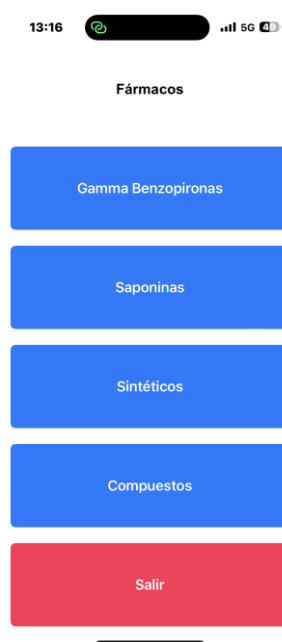


Figura 49.1. Pantalla principal fármacos venoactivos. iOS. Fuente: propia.



Figura 49.2. Pantalla tipos de fármacos venoactios. iOS. Fuente propia.

Al pasar las pantallas de las recomendaciones, el sistema evalúa la evolución de la úlcera. Para ello, muestra una pantalla con el texto: *“Pulsar si no hay reducción de la úlcera 40% en 4-6 semanas”*. Si el usuario pulsa, el sistema recomienda derivación preferente a una Unidad de ACV (Figura 50). En la versión Android, tanto las recomendaciones de tratamiento como la opción “Ver fármacos” como la pregunta de la reducción se encuentran en la misma pantalla (Figura 48A del Anexo I).

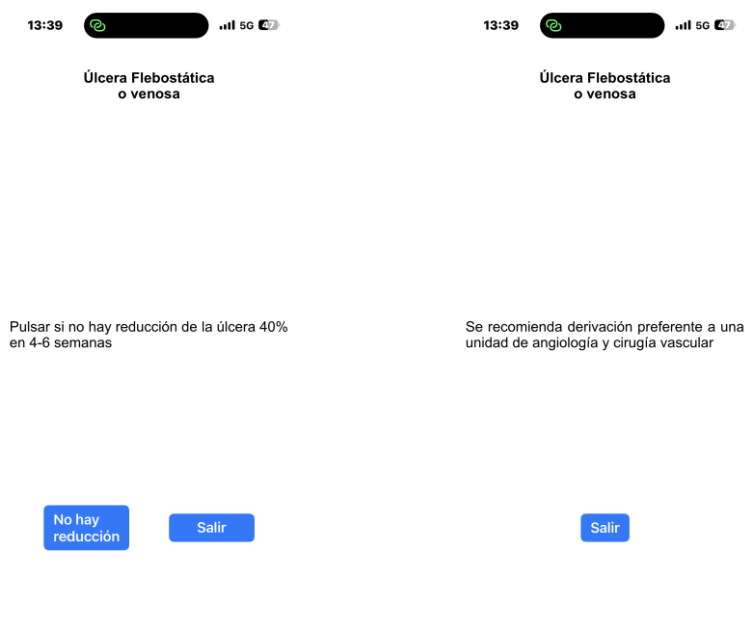


Figura 50. Pantalla tratamiento úlcera flebostática no hay reducción en 4-6 semanas. iOS. Fuente: propia.

1.1.2.5. Úlcera Mixta

Al igual que ocurre con las úlceras neuropáticas y neuroisquémicas, las úlceras flebostáticas y mixtas comparten etiología, por lo que el tratamiento y por tanto el algoritmo es similar, con la

diferencia que el sistema estratifica el tratamiento de la úlcera mixta dependiendo de su grado de isquemia mediante el ITB.

Tras finalizar el algoritmo del manejo de la infección, el sistema muestra una pantalla con las opciones de ITB (Figura 51):



Figura 51. Pantalla tratamiento úlcera mixta selección ITB. iOS. Fuente: propia.

- 0,8- 1,3: Si se pulsa esta opción el algoritmo nos lleva al mismo tratamiento que la úlcera flebostática (Figura 48).
- 0,6-0,79: Si se pulsa esta opción nos lleva al tratamiento, diferenciándose del anterior por el grado de compresión del vendaje compresivo multicapa, en vez de 40 mmHg a 20 mmHg. (Figura 52). El resto de tratamiento es el mismo que los anteriores.
- <0,6: esta opción es exactamente igual que la anterior.
- No dispongo de eco doppler: Se ha considerado esta opción puesto que en muchas ocasiones en centros de salud u otras instalaciones sanitarias no se dispone de esta herramienta. Por ser consevadores y evitar un vendaje muy compresivo en un paciente del que no disponemos de datos hemodinámicos, el sistema recomienda una compresión como si tuviera un ITB inferior a 0,8, es decir, 20 mmHg.

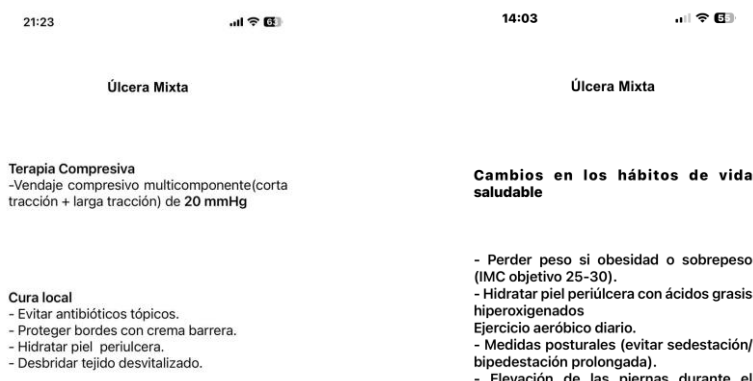


Figura 52. Pantalla tratamiento úlceras mixtas ITB<0,8. iOS. Fuente: propia.

En cuanto a la evaluación del seguimiento y valoración de fármacos venoactivos se muestran las mismas pantallas que en la úlcera flebostática o venosa (Figuras 48- 49.1- 49.2 y 50).

1.1.2.6. Úlcera Hipertensiva o de Martorell

Una vez finalizan las recomendaciones para el tratamiento de la infección, el sistema muestra como en las demás tipos de úlceras, el tratamiento específico de esta úlcera, haciendo hincapié en que el pilar del tratamiento es el control de la tensión arterial (Figura 53- 53A del Anexo I).

Figura 53. Pantalla tratamiento úlcera hipertensiva o de Martorell. iOS. Fuente: propia.

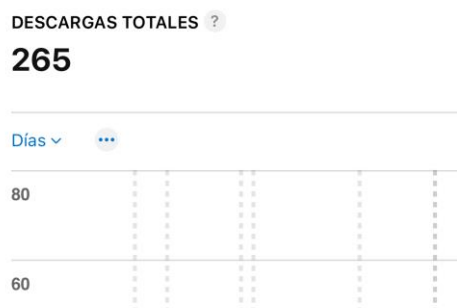
Posteriormente formula la pregunta: ¿Cicatrización o mejoría en 4-6 semanas?. Si la respuesta es “NO”, el sistema recomienda derivación a una Unidad de ACV. Si por el contrario es “SI”, vuelve a mostrar la pantalla del tratamiento.

Los algoritmos empleados son los mismos en ambas aplicaciones. La apariencia de UlcerAPP es Android es distinta que en la versión iOS. En el Anexo I de este documento, se podrá observar las pantallas correspondientes a la versión Android de UlcerApp.

5.2. Evaluación de la aplicación en iOS

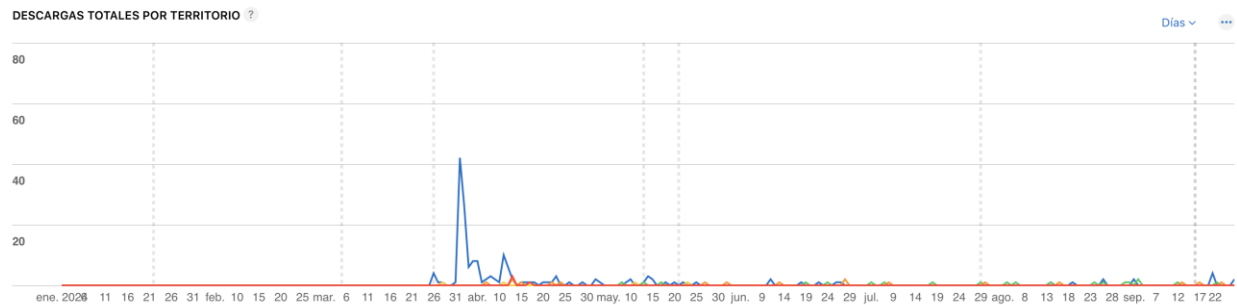
5.2.1. Estadísticas generales de UlcerAPP. iOS.

A través de la página de Apple: <https://appstoreconnect.apple.com/analytics/apps/d30>, se pueden ver las estadísticas de la aplicación como el número, fechas y territorio de las descargas. En el momento del análisis de los datos de la evaluación QoE (calidad de la experiencia del usuario), se han descargado la aplicación 265 dispositivos móviles, como podemos observar en la Figura 54, obtenida desde la web anteriormente citada.



☐ Alemania	3
☐ Reino Unido	3
☐ Chile	2
☐ Italia	2
☐ Nigeria	2
☐ Albania	1
☐ Canadá	1
☐ Corea del Sur	1
☐ Costa Rica	1
☐ Ecuador	1
☐ Hong Kong	1
☐ México	1
☐ Turquía	1
☐ Uruguay	1
☐ Vietnam	1

DESCARGAS TOTALES POR TERRITORIO ?



TERRITORIO	DESCARGAS TOTALES ▾
☒ España	170
☒ China continental	23
☒ Estados Unidos	17
☐ Argentina	4
☒ Francia	4
☐ Ghana	4
☒ Venezuela	4

Figura 55. Clasificación descargas según los países. UlcerAPP iOS. Fuente: propia.

5.2.2. Evaluación QoE de la aplicación UlcerAPP. iOS.

La QoE ha sido evaluada a través de una encuesta basada en la escala Likert. Estas escalas se utilizan para cuestionar a una persona sobre su nivel de acuerdo o desacuerdo con una declaración y es ideal para medir reacciones, actitudes y comportamientos de una persona.

Para poder acceder a ella, el usuario deberá pulsar el botón “Referencias y enlaces de interés” de la pantalla principal y posteriormente “Encuesta de usabilidad”. La primera pregunta es la profesión del usuario, donde se puede elegir 7 opciones; Enfermero/a de AP, Enfermero/a de hospital, Médico de AP, Médico no especialista en Angiología y Cirugía Vascular, Médico especialista en Angiología y Cirugía Vascular, estudiante de medicina, estudiante de enfermería. Esta pregunta nos permitirá posteriormente, analizar los datos por subgrupos. A continuación, en la Figura 56 se muestra los resultados de esta primera pregunta:

¿Cuál es su profesión?
103 respuestas



Figura 56. Profesión de los usuarios de UlcerAPP iOS. Fuente: propia.

Podemos observar que la participación es bastante homogénea tanto de enfermería como médicos de AP y no especialistas en Angiología y Cirugía Vascular. Escasa participación de estudiantes de enfermería y medicina. La encuesta para evaluar la QoE se basa en una serie de preguntas, en el que el usuario evalúa cada una de ellas respondiendo del 1 al 5, donde 1: “totalmente en desacuerdo” y 5 “estoy completamente de acuerdo”. Por tanto, interpretamos como buenos resultados, las medias altas para preguntas que se refieren por aspectos positivos de la aplicación y medias bajas para aspectos negativos o fallos. La Tabla 6 muestra las preguntas de la encuesta de usabilidad.

CALIDAD DEL CONTENIDO		
1	¿La aplicación realiza la función esperada?	1 2 3 4 5
2	¿Podría hacer lo mismo sin la aplicación?	1 2 3 4 5
3	¿Opina que la información contenida es fiable?	1 2 3 4 5
4	¿Puede identificar con esta aplicación problemas de salud?	1 2 3 4 5
5	¿Su calidad de vida ha mejorado con el uso de la aplicación?	1 2 3 4 5
6	¿Hay algún contenido de la misma que ha encontrado realmente útil?	1 2 3 4 5
7	¿Cree que falta algún contenido que no debería?	1 2 3 4 5
FACILIDAD DE USO		
8	¿Ha encontrado lo que necesitaba?	1 2 3 4 5
9	¿Cree que el método tradicional es más difícil o no existe?	1 2 3 4 5
10	¿Es esta aplicación útil para el seguimiento de la evolución de la enfermedad?	1 2 3 4 5

DISPONIBILIDAD		
11	¿Tiene la garantía de poder utilizar esta aplicación en cualquier momento y cualquier lugar?	1 2 3 4 5
FUNCIONAMIENTO		
12	¿Cree que podría tener un funcionamiento más optimizado?	1 2 3 4 5
13	¿Ha encontrado algún error mientras utilizaba la aplicación?	1 2 3 4 5
APARIENCIA		
14	¿Encuentra adecuada la apariencia de la aplicación?	1 2 3 4 5
15	¿Le gustaría cambiar algo de la apariencia de la aplicación?	1 2 3 4 5
16	¿Qué le gustaría cambiar de la apariencia aplicación?	1 2 3 4 5
PRECISIÓN		
17	¿Cree que el método de diagnóstico de esta aplicación es, en general, preciso?	1 2 3 4 5

Tabla 6. Encuesta de evaluación de la QoE de UlcerAPP. Fuente: propia.

Se obtuvieron un total de 103 respuestas. En la Tabla 7 se puede observar el registro de todas las preguntas clasificadas según los valores y la media obtenida.

	# de 1	# de 2	# de 3	# de 4	# de 5	Media
P1	1	0	2	6	94	4,86

P2	26	48	17	7	5	2,19
P3	1	0	1	3	98	4,91
P4	0	0	1	5	97	4,93
P5	1	3	15	47	35	4,02
P8	1	3	4	4	94	4,90
P9	76	16	4	2	4	1,44
P10	1	0	3	6	92	4,94
P11	1	0	8	13	80	4,63
P12	2	0	1	4	96	4,86
P13	0	0	0	5	98	4,95
P14	63	18	10	5	6	1,77
P15	81	13	6	1	2	1,35
P16	3	1	2	6	91	4,76
P17	0	0	2	2	97	4,84

Tabla 7. Resultados de la QoE UlcerAPP iOS. Fuente: propia.

Se puede observar que los resultados globales por preguntas registran unas medias muy elevadas para las preguntas relacionadas con aspectos positivos de la aplicación (media superiores a 4) y baja para aquellas preguntas relacionadas con las carencias o fallos de la aplicación (medias inferiores a 2,2). A continuación se analizarán los resultados obtenidos en cada una de las preguntas de la encuesta de usabilidad.

5.2.2.1. Evaluación QoE UlcerAPP iOS: Análisis por preguntas.

- **Pregunta 1:** *¿Cumple la función esperada?*. Como se muestra en la Figura 41, 94 de los 103 usuarios (91,3%) opinan que la aplicación cumple la función esperada. La media obtenida fue de 4,86. UlcerAPP cumple las expectativas esperadas por el profesional en cuanto a su funcionalidad.

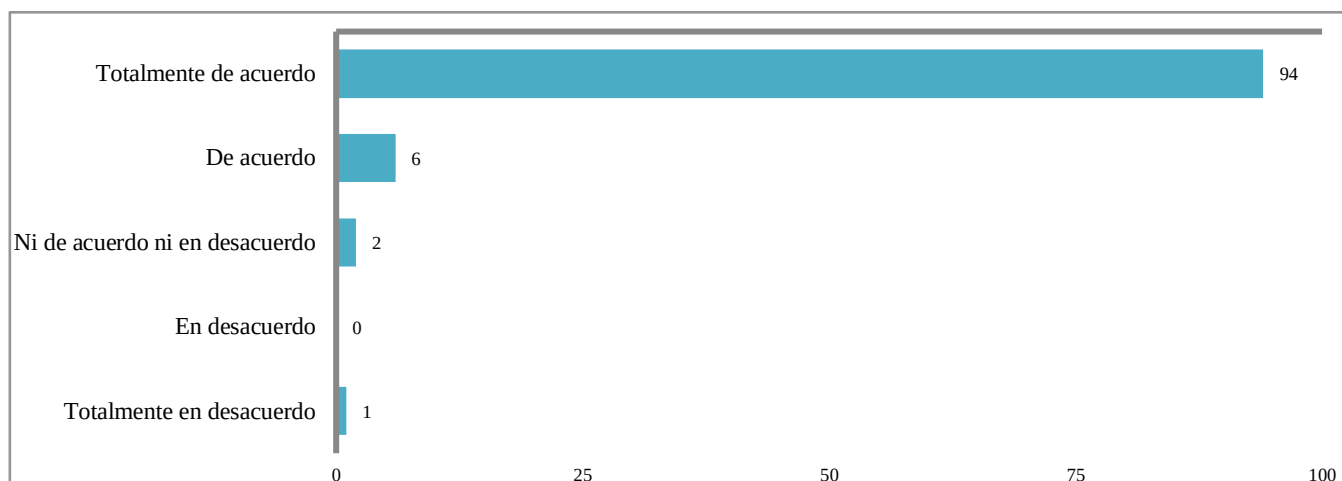


Figura 57. Resultados pregunta 1. iOS. *¿La aplicación cumple la función esperada?*. Fuente: propia.

- **Pregunta 2:** *¿Podría hacer lo mismo sin la aplicación?*. Los resultados obtenidos confirman la buena funcionalidad de la aplicación, ya que el 63,1% (74 usuarios, opciones 1 y 2) de los usuarios no podrían hacer lo mismo sin la misma, por lo que interpretamos que la aplicación es útil ya que facilita el manejo de úlceras de etiología vascular, a profesionales que sin este SADM, no podrían hacerlo de manera adecuada.

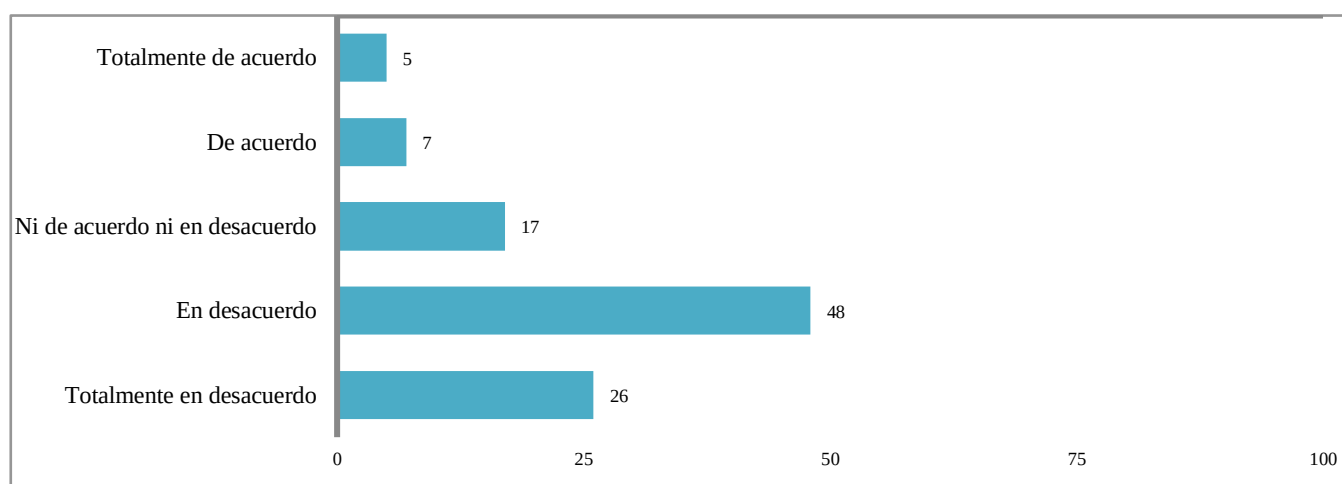


Figura 58. Resultados pregunta 2. iOS. *¿Podría hacer lo mismo sin la aplicación?*. Fuente: propia.

- **Pregunta 3:** *¿Cree que la información contenida es fiable?*. Prácticamente la totalidad de usuarios encuestados (95,1%) considera que la información contenida en la aplicación es fiable.

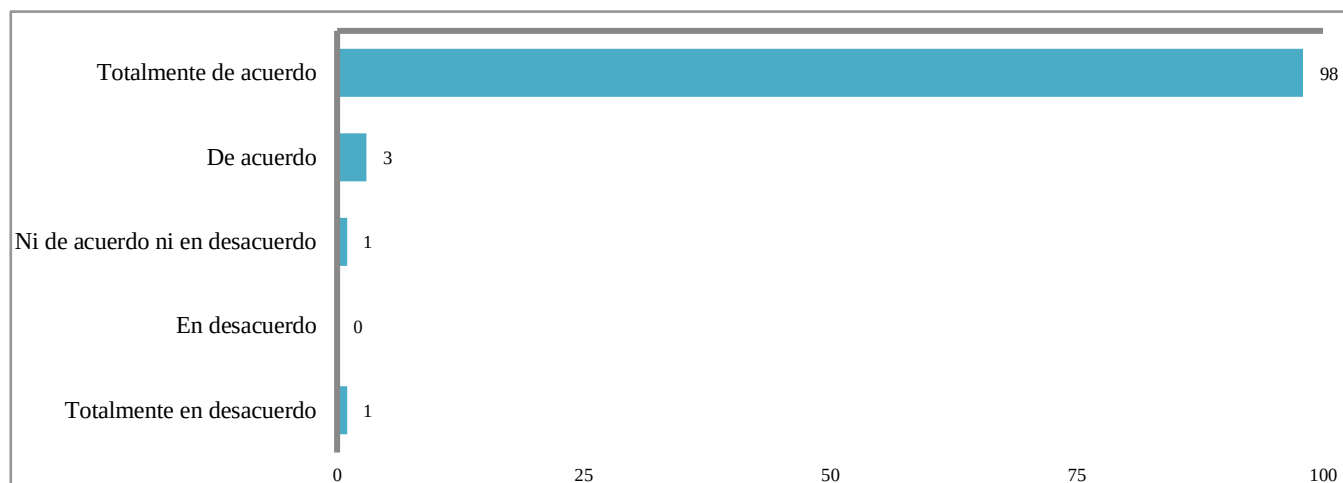


Figura 59. Resultados pregunta 3. iOS. *¿Cree que la información contenida es fiable?*. Fuente: propia.

- **Pregunta 4:** *¿Puede identificar con esta aplicación problemas de salud?*. 102 usuarios si identifican la aplicación con problemas de salud, siendo esta una respuesta esperada ya que UlcerAPP se trata de un SADM que trata del diagnóstico, tratamiento y seguimiento de úlceras.

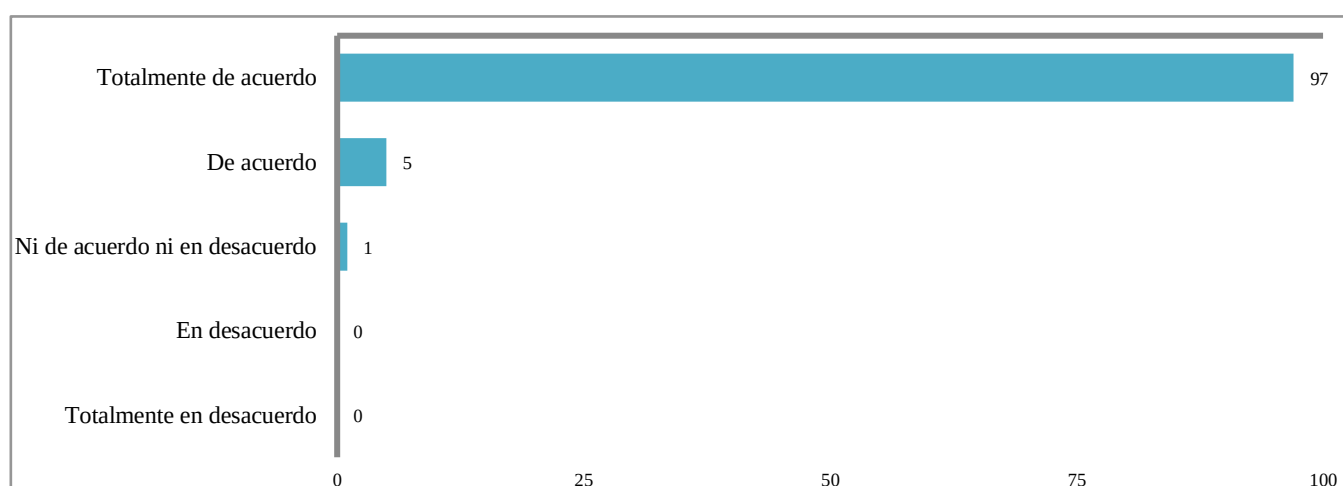


Figura 60. Resultados pregunta 4. iOS. *¿Puede identificar con esta aplicación problemas de salud?*. Fuente: propia.

- **Pregunta 5:** *¿Su calidad de vida ha mejorado con el uso de esta aplicación?*. Se interpreta esta pregunta como una mejora en la capacidad que tiene el usuario poder llevar a cabo su trabajo de forma más precisa, autónoma y por tanto con mayor confianza, y esto se puede reflejar en esa calidad de vida a la que se refiere la pregunta. En este caso, el 81,2% de los usuarios encuestados, han mejorado su calidad de vida con el uso de UlcerAPP.

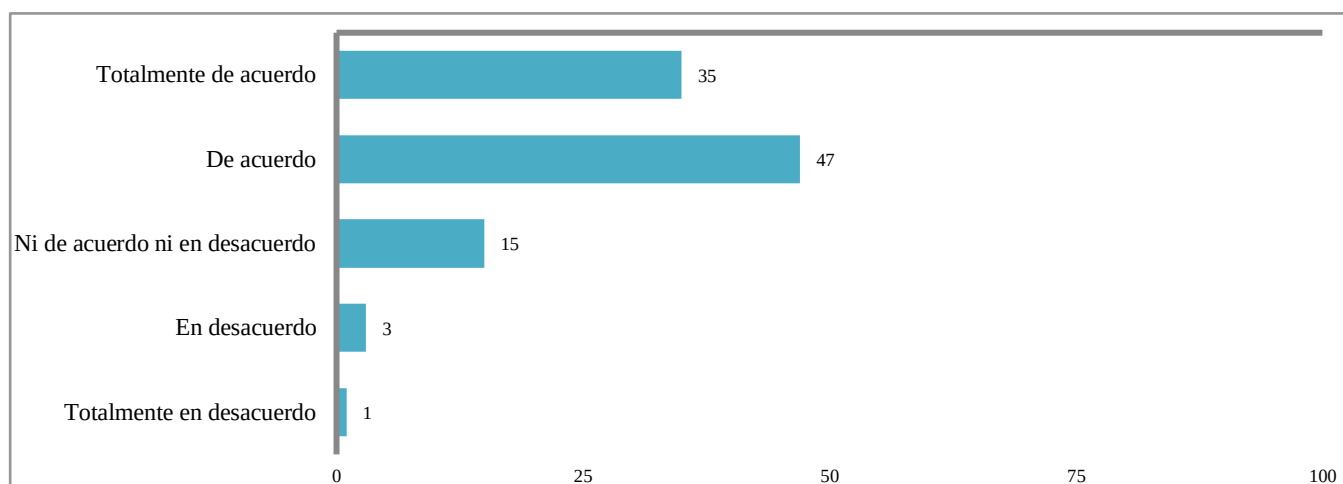


Figura 61. Resultados pregunta 5. iOS. ¿Su calidad de vida ha mejorado con el uso de esta aplicación?. Fuente: propia.

- **Pregunta 6:** *¿Hay algún contenido de la misma que ha encontrado realmente útil?*. Esta es una pregunta clave dentro de este bloque de “Calidad del contenido”. La utilidad es un factor prioritario en el desarrollo de esta aplicación. En este sentido, los resultados obtenidos son excelentes, el 95,2% usuarios (98 encuestados) está de acuerdo o completamente de acuerdo que UlcerAPP tiene un contenido realmente útil.

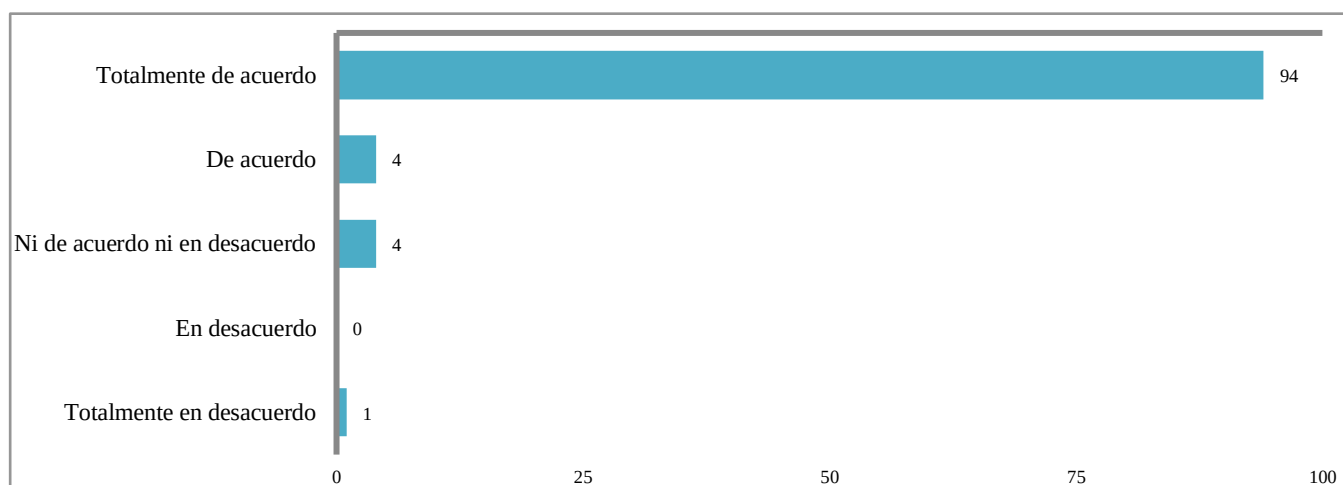


Figura 62. Resultados pregunta 6. iOS. ¿Hay algún contenido de la misma que ha encontrado realmente útil?. Fuente: propia.

Esta es una de las preguntas, donde se le daba la posibilidad al encuestado de dar respuesta a la siguiente pregunta anexa: *¿Qué contenido le parece especialmente útil?*. La respuesta era opcional. Respondieron a esta pregunta 38 usuarios (36,9%). A continuación, se muestran las respuestas:

Pregunta 6 anexa: Con respecto a la anterior pregunta, puedo indicarnos ¿Qué contenido le ha parecido mas útil?
La secuencia de actuación
Facilidad de diagnóstico
Tratamiento de las úlceras hipertensivas
Las fotos que guían los hallazgos de la ulcera
Sección tratamiento
Valoración neuropatia
Uso de imágenes que ilustran las descripciones de las úlceras
Desde el procedimiento diagnóstico, a la diferenciación entre los tipos de úlcera
En general toda la parte del tratamiento
Las imágenes son muy ilustrativas
Las imágenes
Algoritmo fácil y rápido
Algoritmo sencillo
Sencillez en el diagnóstico
Algoritmo y tratamiento
Fotos
Facilidad en el diagnóstico
Disponibilidad y facilidad de uso
Tratamientos sencillos
Diagnósticos de las úlceras
Tratamientos
Tratamiento y diagnóstico sencillo

Tratamientos
Tratamientos de todas las úlceras
Facilidad de uso
Algoritmos
Facilidad de uso. Derivaciones
Las imágenes en los diagnósticos
Descripciones de los signos de úlcera venosa
Algoritmo
Fotos y tratamiento
Fácil e intuitiva
Es muy práctica
Fotos y tratamiento
Diagnóstico
Tratamientos
Derivaciones
Fácil de usar y las fotos

Tabla 8. Resultados pregunta anexa 6. iOS: ¿Qué contenido le ha parecido más útil?. Fuente: propia.

Como se puede observar, hay muchos aspectos que resultan útiles para los usuarios, donde podemos destacar la facilidad de uso, la incorporación de fotos a modo de ejemplo, los algoritmos, los diagnósticos y tratamientos, etc...

- **Pregunta 7 y 8:** *¿Cree que falta algún contenido?, ¿Ha encontrado lo que necesitaba?.* El 90,2% de los usuarios opinan que no falta ningún contenido y han encontrado lo que necesitaba. Desde el punto de vista de los encuestados, UlcerAPP es una aplicación que contiene la información necesaria y esperada (Figura 63 y Figura 64). Esta pregunta también adjunta una repuesta anexa: *Con respecto a la anterior pregunta, si cree que falta algún contenido ¿Podría indicarnos cuál?.* A esta pregunta respondieron 7 usuarios (6,8%). La Tabla 9 muestra las respuesta de los usuarios a esta pregunta:

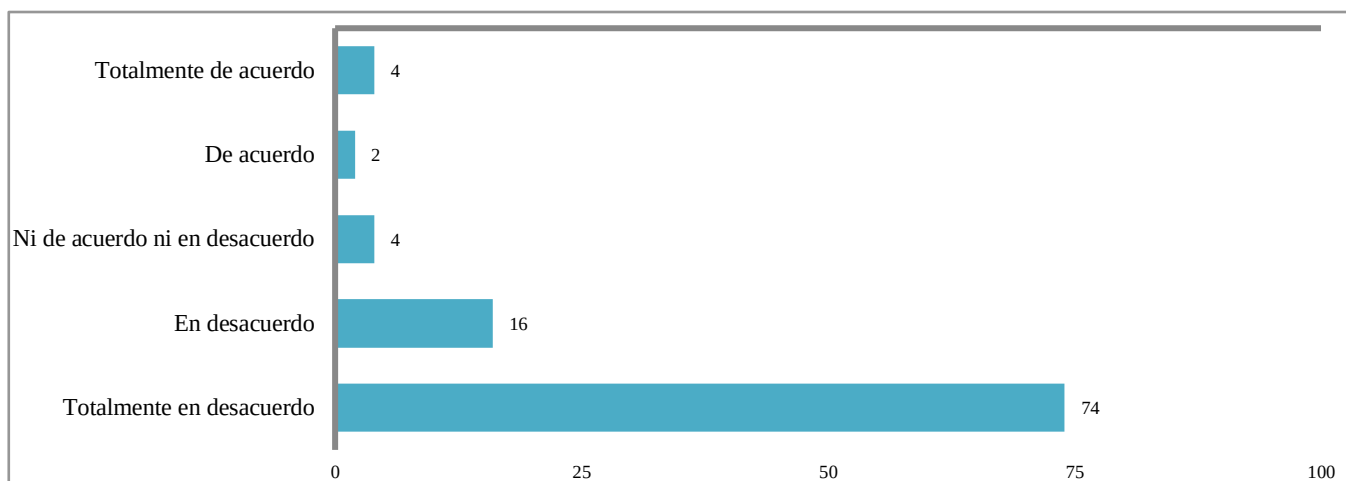


Figura 63. Resultados pregunta 7. iOS. ¿Ha encontrado lo que necesitaba?. Fuente: propia.

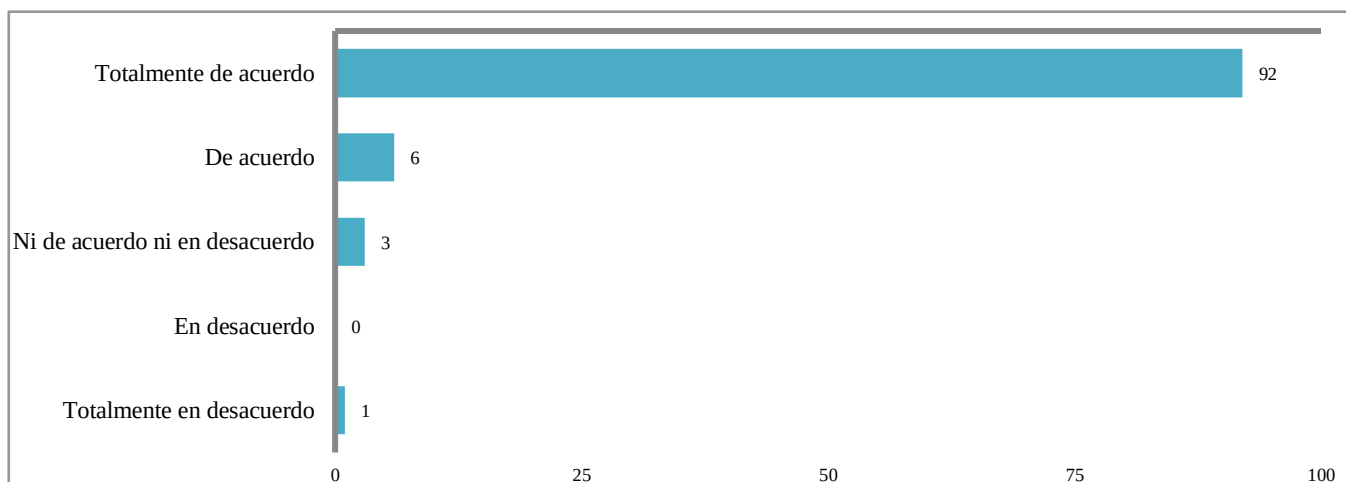


Figura 64. Resultados pregunta 8. iOS. ¿Cree que falta algún contenido?. Fuente: propia.

Pregunta 8 anexa: Con respecto a la anterior pregunta, si cree que falta algún contenido ¿Podría indicarnos cuál?	
A tu disposición para hablar sobre los criterios de derivación a ACV	
Pacientes anticoagulados	
Imágenes, no solo fotografías, que sea más visual	
Mejorar el aspecto	
Más fotos	
Más úlceras aunque no sean vasculares	

Incluir todo tipo de úlceras
No repetir fotos

Tabla 9. Resultados pregunta anexa 8. iOS: ¿Cree que falta algún contenido?. Fuente: propia.

Algunos usuarios reclaman la incorporación de más tipos de úlceras en la aplicación, no solo las de etiología vascular. Las úlceras en las extremidades inferiores de etiología vascular representan el 95% del total de úlceras en MMII. A pesar de no incorporar todas las etiologías posibles de úlceras, la funcionalidad de UlcerAPP de informar al usuario de que “la ulcera no cumple con los criterios de etiología vascular”, reduce el diagnóstico diferencial al resto de etiologías (5% del resto de úlceras). Además si presenta criterios de gravedad, tamaño, profundidad o signos de información, recomienda derivación urgente a una Unidad de ACV.

- **Pregunta 9:** *¿Cree que el método tradicional utilizado hasta ahora es más difícil o no existe?.* El 77,7% y el 12,6% de los usuarios están muy de acuerdo o de acuerdo en que el método tradicional es mas difícil. El diagnóstico de una úlcera es un proceso complejo, que necesita entrenamiento y experiencia, no solo para el diagnóstico, sino para aplicar el correcto tratamiento y valorar adecuadamente si esta evoluciona correctamente. Como se ha descrito anteriormente, para la mayor parte de los usuarios, el método tradicional es más difícil que el uso de la aplicación para

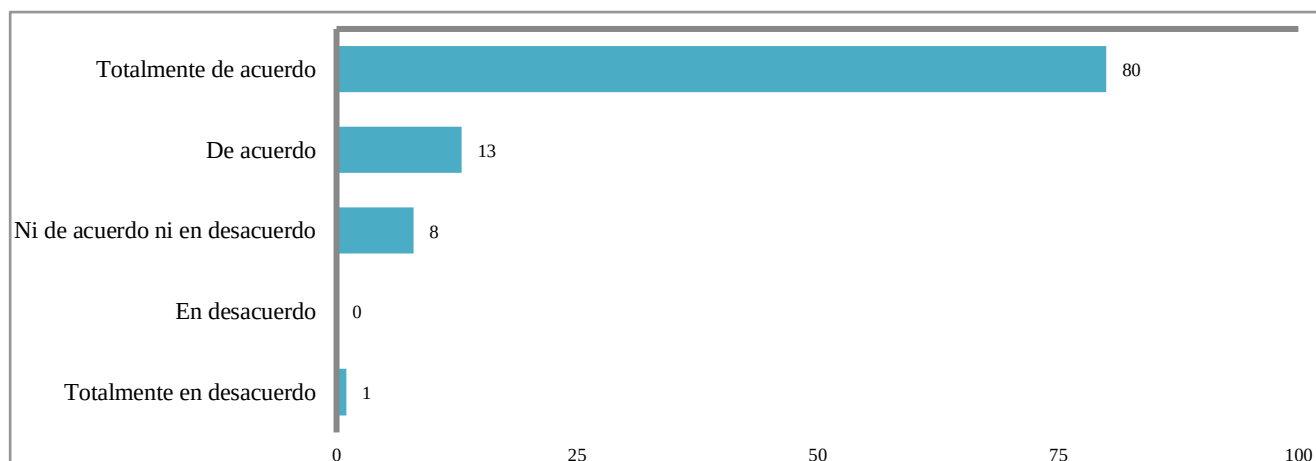


Figura 65. Resultados pregunta 9. iOS: ¿Cree que el método tradicional utilizado hasta ahora es más difícil o no existe?. Fuente: propia.

- **Pregunta 10:** *¿La aplicación es útil para el seguimiento de la evolución de la enfermedad?.* El 97,8% de los usuarios valoraron positivamente esta pregunta. (Figura 66). UlcerAPP tiene

una funcionalidad muy valiosa y es que además de dar recomendaciones de tratamiento, el algoritmo incorpora preguntas con respecto a la evolución de la úlcera. Si informamos a la aplicación que no hay una reducción de la superficie de la úlcera, habitualmente en 4-6 semanas, el sistema informa que debe ser derivado. Por otro lado en caso de buena evolución o correcta cicatrización, también incluye pautas para la prevención de una nueva úlcera.

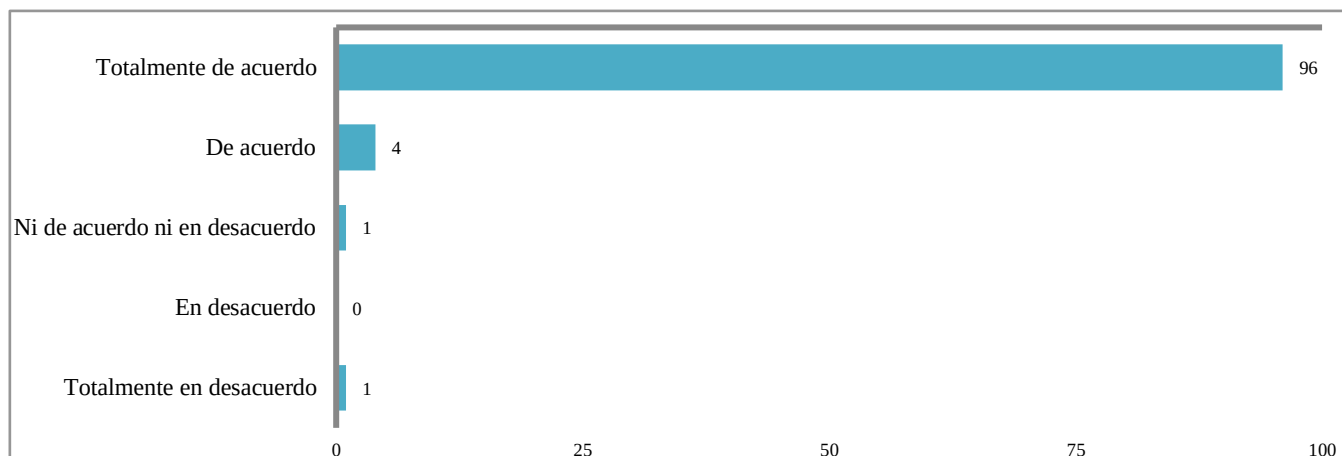


Figura 66. Resultados pregunta 10. iOS: ¿La aplicación es útil para el seguimiento de la evolución de la enfermedad?. Fuente: propia.

- **Pregunta 11:** *¿Tiene la garantía de utilizar la aplicación en cualquier momento y cualquier lugar?*. Todos los usuarios opinan afirmativamente a esta cuestión. Para usar UlcerAPP no hace falta tener conexión a internet ni otro requisito y se puede usar en cualquier momento y lugar.



Figura 67. Resultados pregunta 11. iOS. : ¿Tiene la garantía de utilizar la aplicación en cualquier momento y cualquier lugar?. Fuente: propia.

- **Pregunta 12:** *¿Cree que podría tener un rendimiento más optimizado?.* La mayoría de los usuarios está satisfecho con el funcionamiento de la aplicación. Como se muestra en la Figura 68, el 79,4% de los encuestados no cree que la aplicación deba tener un funcionamiento más optimizado.

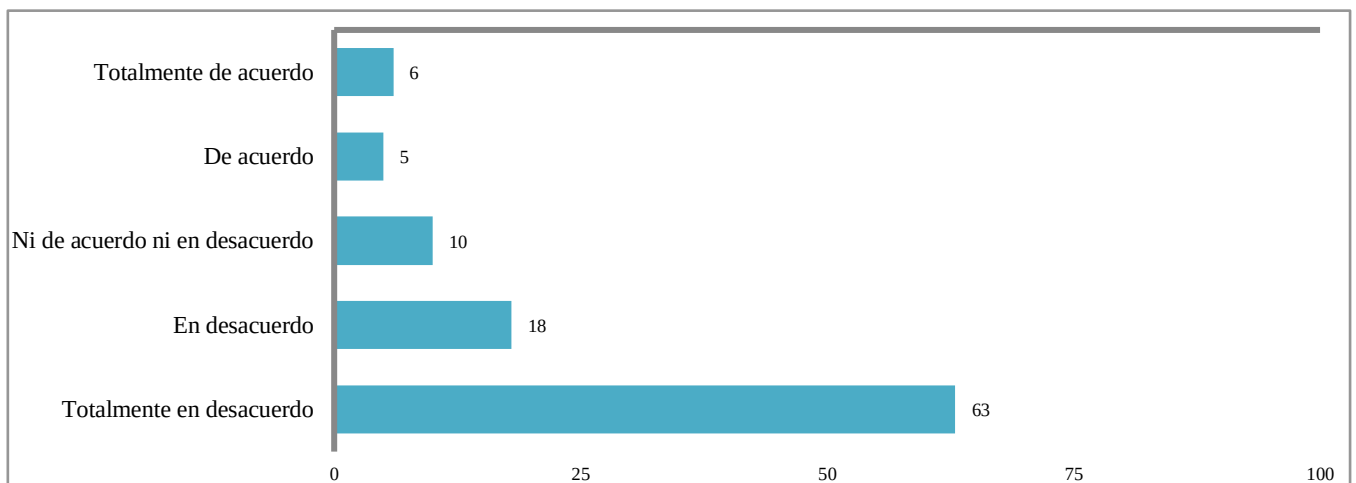


Figura 68. Resultados pregunta 12. iOS: ¿Cree que podría tener un rendimiento más optimizado?. Fuente: propia.

- **Pregunta 13:** *¿Ha encontrado algún error mientras utilizaba la aplicación?.* Pocos usuarios han encontrado errores mientras usaba la aplicación. Se entienden errores, a erratas, fallos en el algoritmo, errores tipográficos, etc...Tras el desarrollo de la aplicación, se realizaron múltiples pruebas para minimizar la presencia de errores. También se corrigieron errores posterior al publicar la aplicación en Apple Store, es por ello que la cantidad de errores detectado sean mínimos (Figura 69). Esta pregunta incorpora una repuesta anexa: En caso de encontrar algún error o problema: *¿Podría decirnos cuál?.* Se obtuvieron 4 respuestas (3,9%). En la Tabla 10 se muestran las respuesta de los usuarios a esta pregunta:

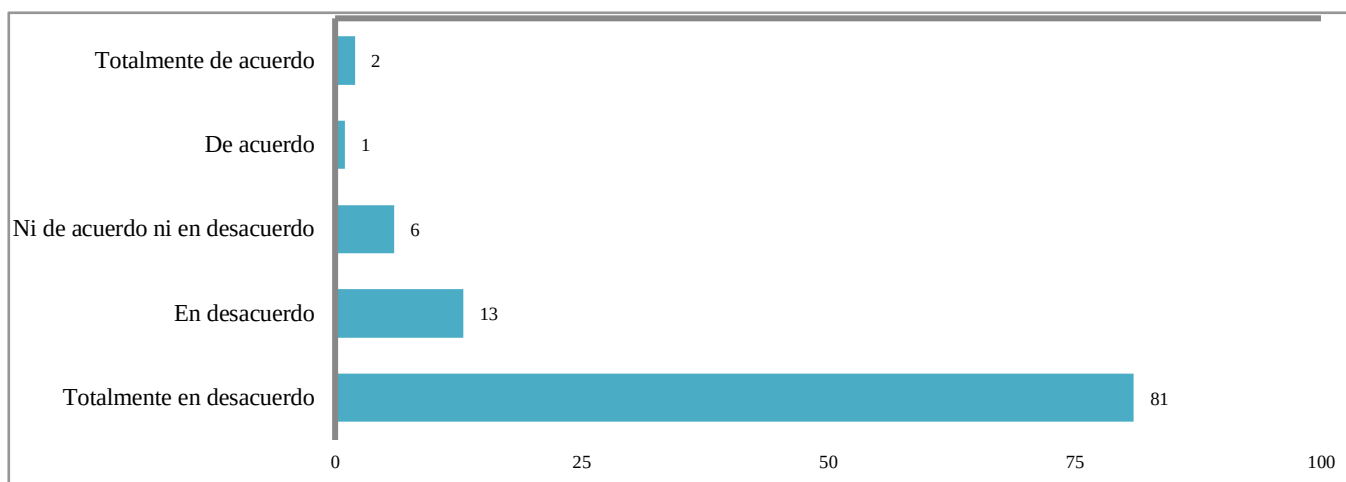


Figura 69. Resultados pregunta 13. iOS: ¿Ha encontrado algún error mientras utilizaba la aplicación?. Fuente: propia.

Pregunta anexa 13: En caso de encontrar algún error o problema, ¿podría decirnos cuál?	
	La tipografía debería mejorar (mayúsculas/minúsculas)
	Cuando eliges foto no te deja salir de la foto y seguir dando datos
	Imágenes, no solo fotografías, que sea más visual
	Alguna errata
	Errata

Tabla 10. Resultados pregunta anexa 13. iOS: En caso de encontrar algún error o problema, ¿podría decirnos cuál?. Fuente: propia.

- **Pregunta 14:** *¿Encuentra adecuada la apariencia de esta aplicación?*. El 95,1% de los usuarios están satisfechos con la apariencia de la aplicación. UlcerAPP, versión iOS, tiene un diseño sencillo con pocos colores que ha contado con una muy buena acogida por parte de los usuarios. Se le consultó a los usuarios como pregunta anexa: *Con respecto a la apariencia o contenido ¿Qué cambiaría o añadiría?*. Respondieron a esta pregunta 10 usuarios (9,7%). En la Tabla 11, se exponen los comentarios de los usuarios.

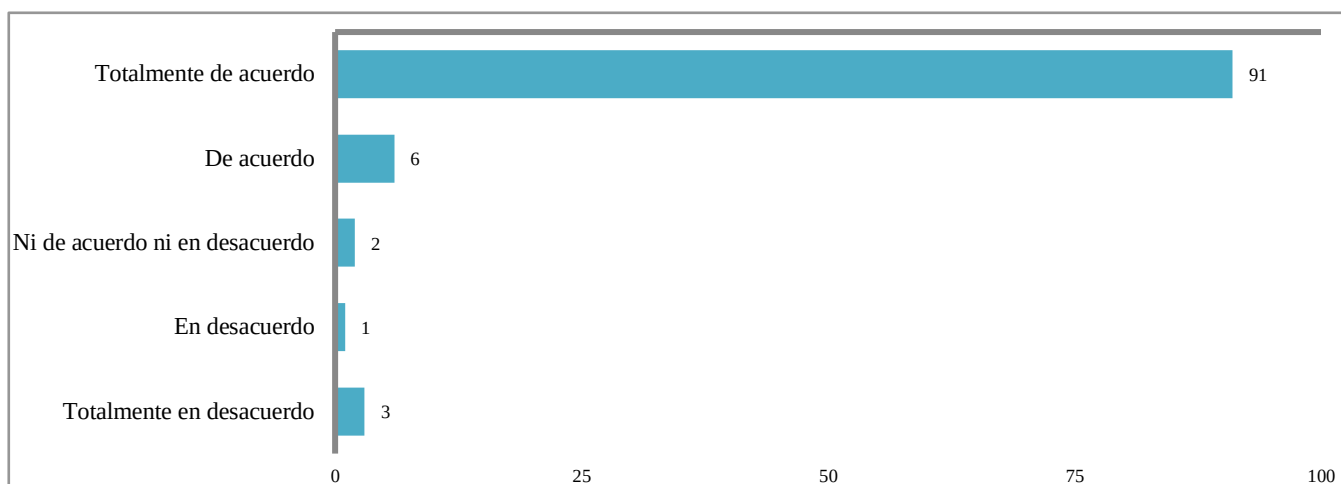


Figura 70. Resultados pregunta 14. iOS: ¿Encuentra adecuada la apariencia de esta aplicación?. Fuente: propia.

Pregunta anexa 14 anexa: Con respecto a la apariencia o contenido ¿Qué cambiaría o añadiría?	
Contenido	
Imagen	
Flechita hacia atrás arriba a la izquierda	
Algún ejemplo de apósito no solo el genérico	
Poner un botón de “volver” o similar cuando se consultan algunos ítems, en concreto las fotos que ilustran algunos apartados	
más visual, con dibujos y más fotos. y un flujo mejor de las páginas que sea mejor. Falta un hilo que recuerde la selección que se hace como cuando navegamos entre carpetas y subcarpetas.	
Muy rudimentaria	
Algunos botones de atrás	
Entiendo que tiene una función terapéutica e inmediata pero quizás algo mas de color	

Tabla 11. Resultados pregunta anexa 14. iOS: Con respecto a la apariencia o contenido ¿Qué cambiaría o añadiría?.

Fuente: propia.

- **Pregunta 15:** *¿Cree que el método de diagnóstico de esta aplicación es, en general, preciso?*
Para finalizar el bloque “Precisión”, 99/103 de los usuarios están satisfechos con el algoritmo implementado en UlcerAPP, como muestra la Figura 71.

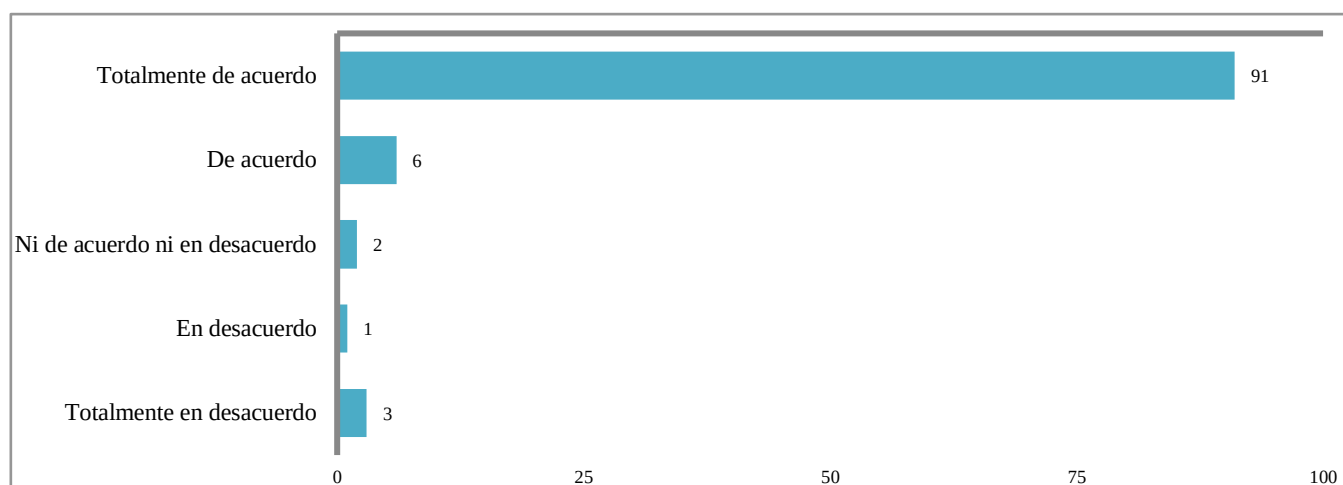


Figura 71. Resultados pregunta 15. iOS: ¿Encuentra adecuada la apariencia de esta aplicación?. Fuente: propia.

La participación en la encuesta de usabilidad es muy satisfactoria, superando el centenar de encuestados. Se pueden extraer conclusiones positivas con respecto a los resultados obtenidos en todos los bloques de preguntas. Se han obtenido unas respuestas con una media muy alta en las respuestas positivas y bajas en las respuestas negativas. Los usuarios encuestados han mostrado una importante satisfacción en el apartado contenido, por lo que podemos concluir que ulcerAPP hace la función esperada, no hay muchos contenidos extras que pudieran incorporarse a la misma, presenta pocos errores y sobre todo consideran que el contenido es muy fiable y el método diagnóstico muy preciso, uno de los aspectos más importantes del funcionamiento de la aplicación. Sin ser uno de los objetivos primordiales de la aplicación, aunque no menos importante, la apariencia fue valorada muy positivamente.

Tras analizar los resultados globales de los usuarios de UlcerAPP versión iOS, podemos concluir que es un SADM útil, práctica y fiable.

5.2.3. Evaluación QoE UlcerAPP iOS. Análisis por subgrupos.

En este apartado se analizarán los resultados obtenidos por subgrupos. Concretamente se analizaron los grupos más representados en la encuesta, médicos no especialistas en Angiología y Cirugía Vascular, médicos de AP, enfermería de AP y enfermería hospitalaria. El resto de grupos no se analizarán por escasa representatividad por que no se podrían extraer conclusiones adecuadas.

5.2.3.1. Médicos no especialistas en Angiología y Cirugía Vascular. iOS.

En la Figura 56 se puede observar que la participación de estos profesionales es del 24,3% (25 usuarios). Este grupo engloba todos los médicos, que no sean especialistas en ACV excluyendo los médicos de AP, que constituyen un grupo por separado, ya que el entorno de trabajo es diferente, con unos recursos y necesidades distintas, es por ello que se han separado para el análisis. A continuación, se describirán los resultados por cada una de las preguntas de la encuesta de usabilidad.

La Tabla 12 muestra los resultados por cada una de las preguntas y su media correspondiente.

	# de 1	# de 2	# de 3	# de 4	# de 5	Media
P1	0	0	1	3	21	4,80
P2	7	9	4	4	1	2,32
P3	0	0	0	2	23	4,92
P4	0	0	0	3	22	4,88
P5	0	1	4	10	10	4,16
P6	0	0	2	3	19	4,52
P7	17	4	2	1	1	1,60
P8	0	0	2	2	21	4,76
P9	2	0	3	3	17	4,32
P10	2	0	1	3	20	4,68
P11	0	0	0	3	22	4,88
P12	11	3	4	4	2	2,2

P13	17	2	5	0	1	1,64
P14	1	1	2	2	19	4,48
P15	0	0	2	1	22	4,80

Tabla 12. Resultados la QoE de los médicos no especialistas en ACV. iOS. Fuente: propia.

A continuación, se analizarán los resultados obtenidos por pregunta.

- **Pregunta 1:** *¿Cumple la función esperada?*. Como se muestra en la Figura 56, el 84% (91,3%) de los médicos no especialistas en ACV cumple las expectativas esperadas en cuanto a la funcionalidad de la aplicación.

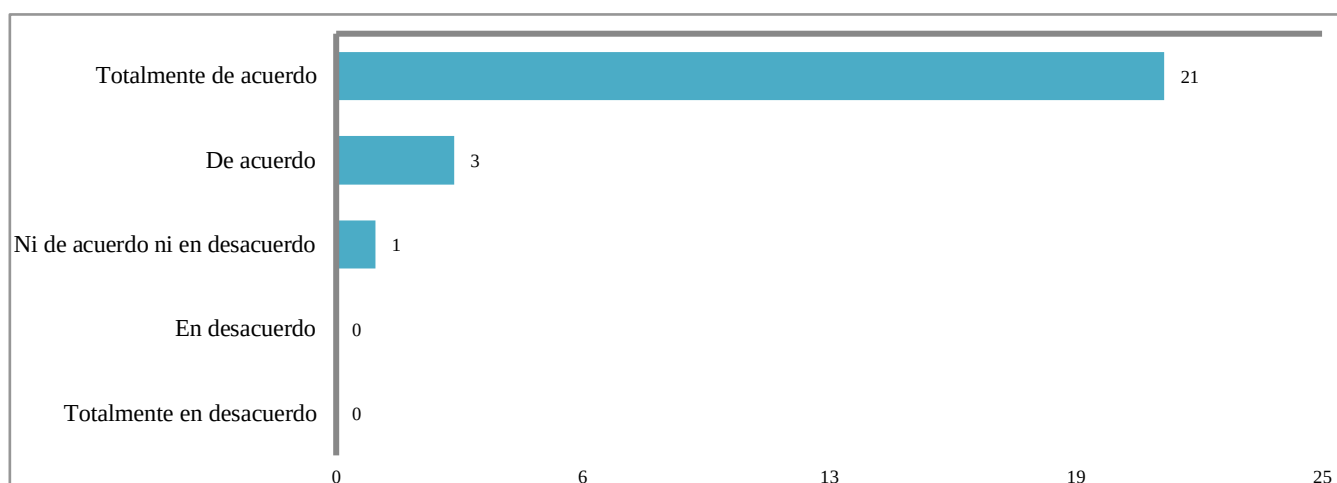


Figura 72. Resultados pregunta 1. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. iOS: ¿La aplicación cumple la función esperada?. Fuente: propia.

Pregunta 2: *¿Podría hacer lo mismo sin la aplicación?*. De los 25 usuarios de este grupo, el 64% (16 usuarios), esta en desacuerdo o muy en desacuerdo con esta pregunta. Nos indica que UlcerAPP permite a la mayoría de este subgrupo de profesionales manejar este tipo de úlceras que sin la ayuda de esta aplicación no podrían hacerlo correctamente.

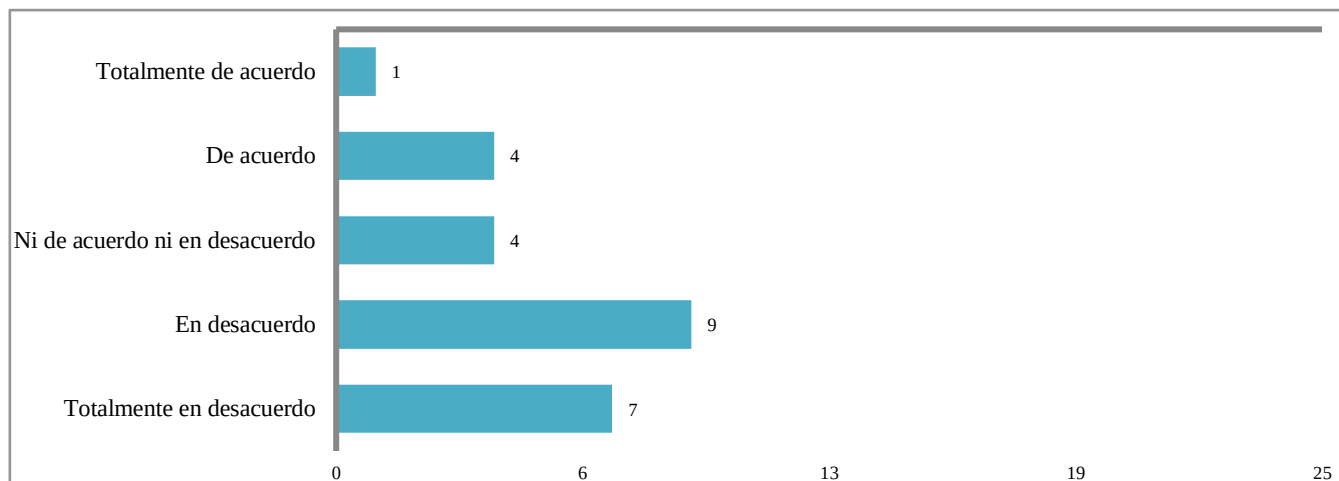


Figura 73. Resultados pregunta 2. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. iOS: ¿Podría hacer lo mismo sin la aplicación?. Fuente: propia.

- **Pregunta 3:** *¿Cree que la información contenida es fiable?.* Para este subgrupo, la información incluida en UlcerAPP es fiable para el 100% de los encuestados.



Figura 74. Resultados pregunta 3. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. iOS: ¿Cree que la información contenida es fiable?. Fuente: propia.

- **Pregunta 4:** *¿Puede identificar con esta aplicación problemas de salud?.* Prácticamente todos los usuarios encuestados identifican el uso de UlcerAPP con problemas de salud.

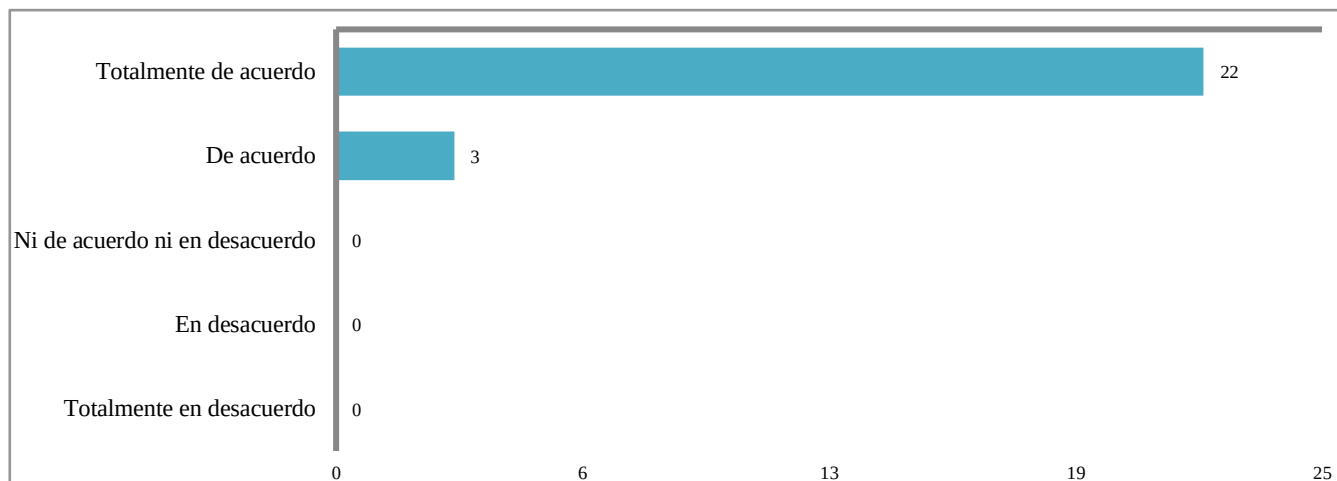


Figura 75. Resultados pregunta 4. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. iOS. ¿Puede identificar con esta aplicación problemas de salud?. Fuente: propia.

- **Pregunta 5:** *¿Su calidad de vida ha mejorado con el uso de esta aplicación?.* El 80% de los usuarios encuestados, han mejorado su calidad de vida con el uso de UlcerAPP.

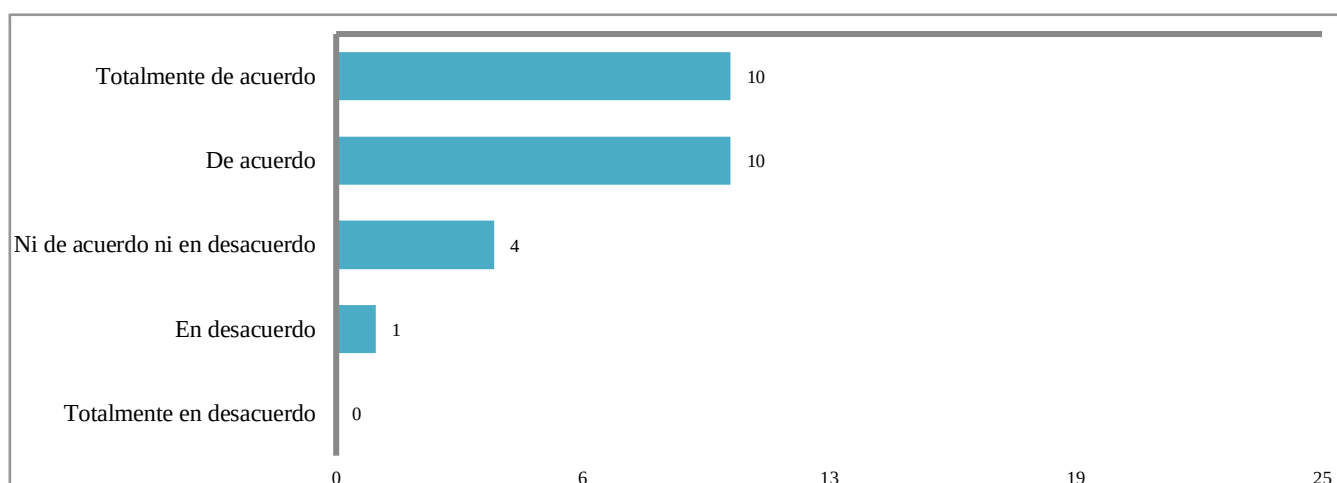


Figura 76. Resultados pregunta 5. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. iOS. ¿Su calidad de vida ha mejorado con el uso de esta aplicación?. Fuente: propia.

- **Pregunta 6:** *¿Hay algún contenido de la misma que ha encontrado realmente útil?.* Esta es una de las preguntas mas relevantes. El 88% de este subgrupo, encuentra contenido útil en la aplicación. Esto es muy importante en cuanto a la aplicabilidad y la implementación de ulcerAPP. Teniendo en cuenta que la especialidad de ACV, solo está disponibles en Hospitales de segundo o tercer nivel, con el uso de este SADM, se podría mejorar el manejo de las úlceras de etiología vascular en centros que no dispongan de ACV y/o no cuenten con médicos expertos en esta materia.

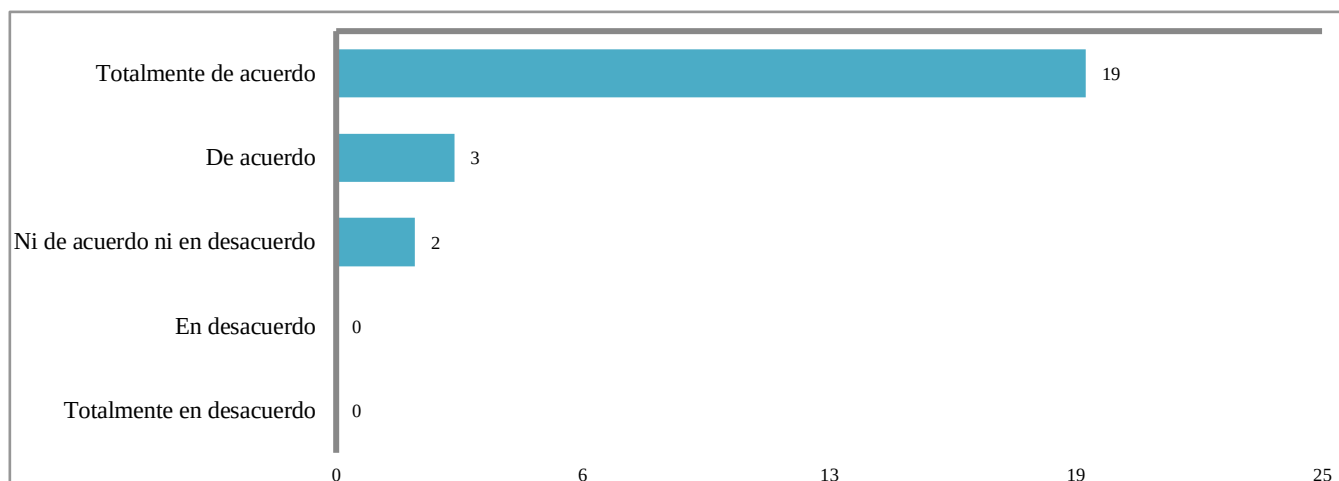


Figura 77. Resultados pregunta 6. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. iOS: ¿Hay algún contenido de la misma que ha encontrado realmente útil?. Fuente: propia.

- **Pregunta 7 y 8:** *¿Cree que falta algún contenido?, ¿Ha encontrado los que necesitaba ?* El 84% (21/25) de los usuarios creen que no falta ningún contenido, y el 92% (23/25) ha encontrado lo que necesitaba. (Figura 78 y Figura 79).

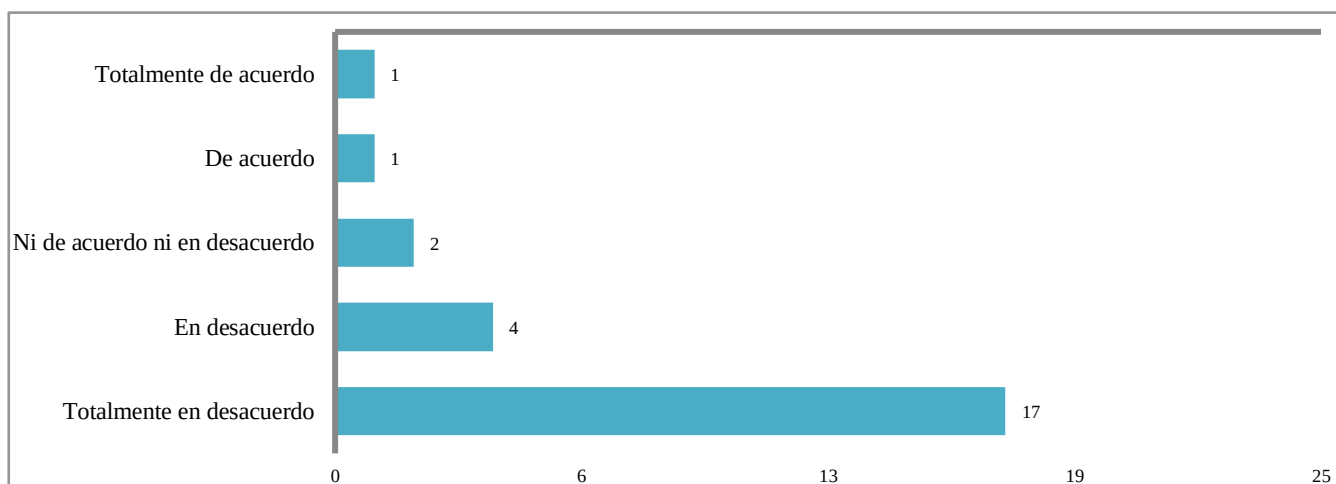


Figura 78. Resultados pregunta 7. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. iOS: ¿Cree que falta algún contenido?. Fuente: propia.

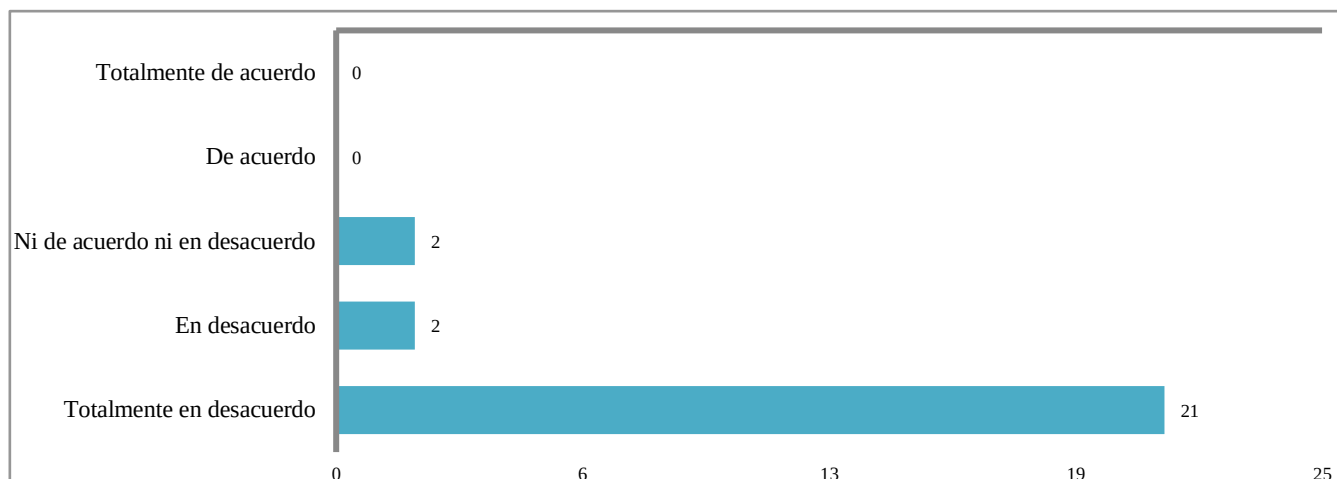


Figura 79. Resultados pregunta 8. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. iOS: ¿Ha encontrado lo que necesitaba?. Fuente: propia.

- **Pregunta 9:** *¿Cree que el método tradicional utilizado hasta ahora es más difícil o no existe?.*
El 80% (20 usuarios) cree el uso de UlcerAPP facilita el manejo de las úlceras y por tanto, que el método tradicional es más difícil no existe.

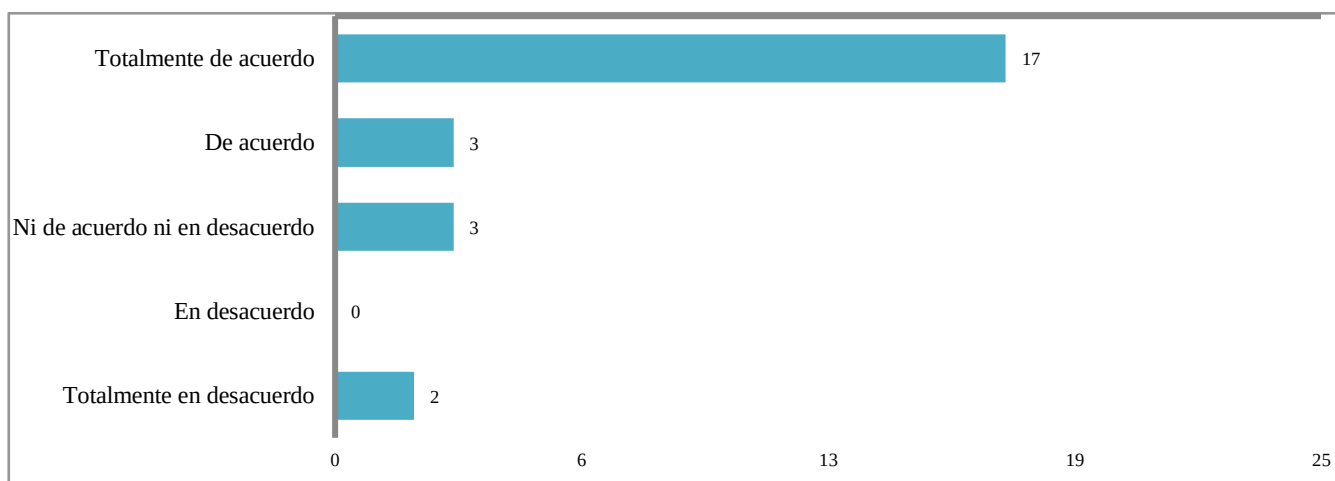


Figura 80. Resultados pregunta 9. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. iOS: ¿Cree que el método tradicional utilizado hasta ahora es más difícil o no existe?. Fuente: propia.

- **Pregunta 10:** *¿La aplicación es útil para el seguimiento de la evolución de la enfermedad?.*
El 92% de los usuarios creen que es útil para el seguimiento de la enfermedad. (Figura 81).

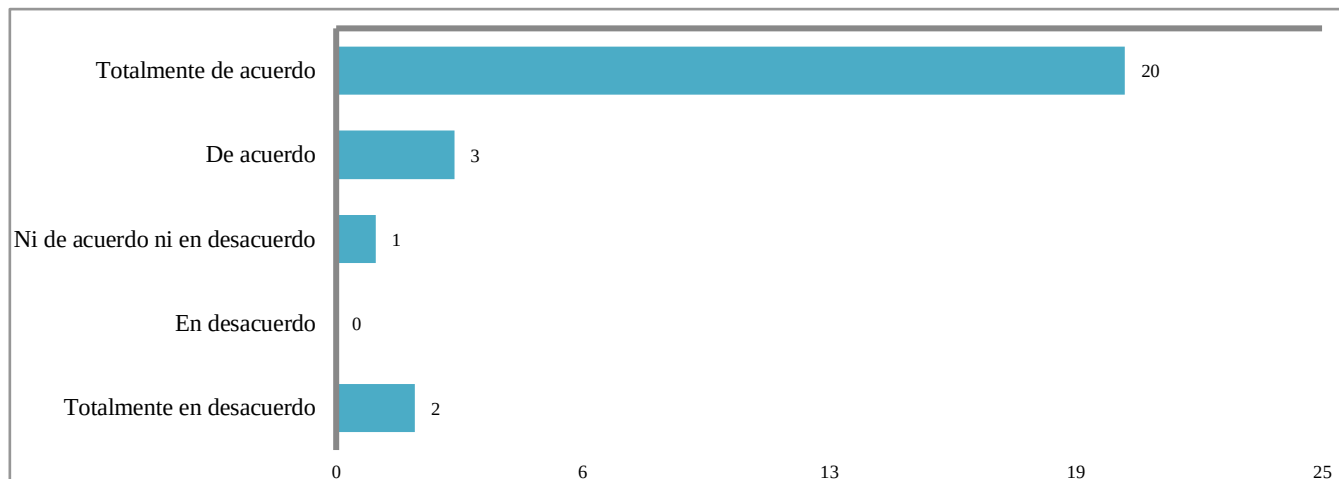


Figura 81. Resultados pregunta 10. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. iOS: ¿La aplicación es útil para el seguimiento de la evolución de la enfermedad?. Fuente: propia.

- **Pregunta 11:** *¿Tiene la garantía de utilizar la aplicación en cualquier momento y cualquier lugar?.* Todos los usuarios creen que que pueden utilizar UlcerAPP en cualquier momento y lugar.

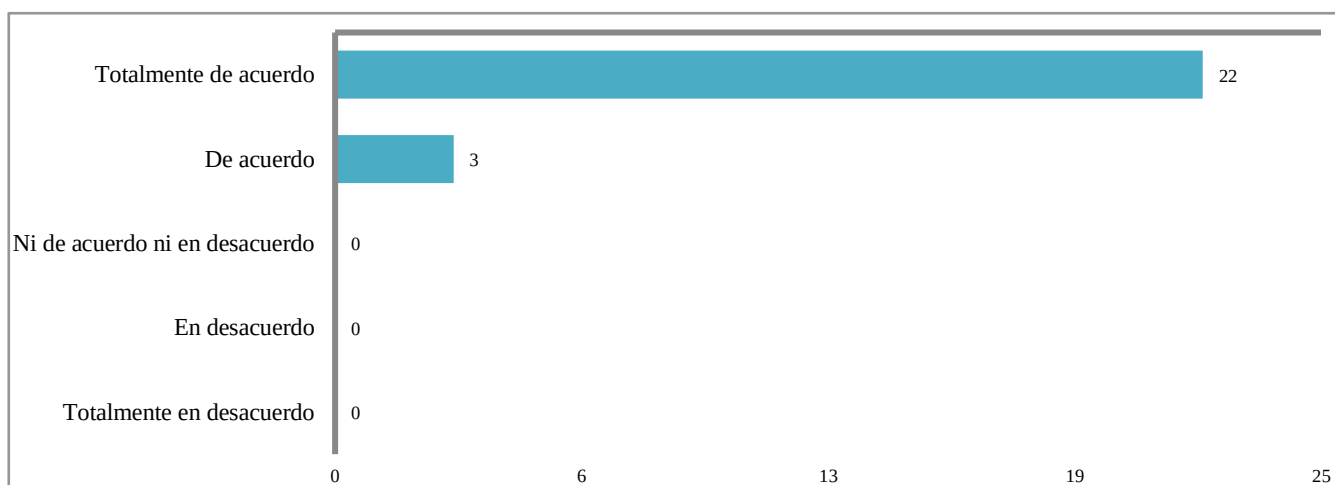


Figura 82. Resultados pregunta 11. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. iOS: ¿Tiene la garantía de utilizar la aplicación en cualquier momento y cualquier lugar?. Fuente: propia.

- **Pregunta 12:** *¿Cree que podría tener un rendimiento más optimizado?.* Solo el 24% (6/25 usuarios) creen que la aplicación podría tener un rendimiento más óptimo. Los escasos recursos que necesita facilita el funcionamiento de la aplicación, sin necesidad de tener un dispositivo muy potente (Figura 83).

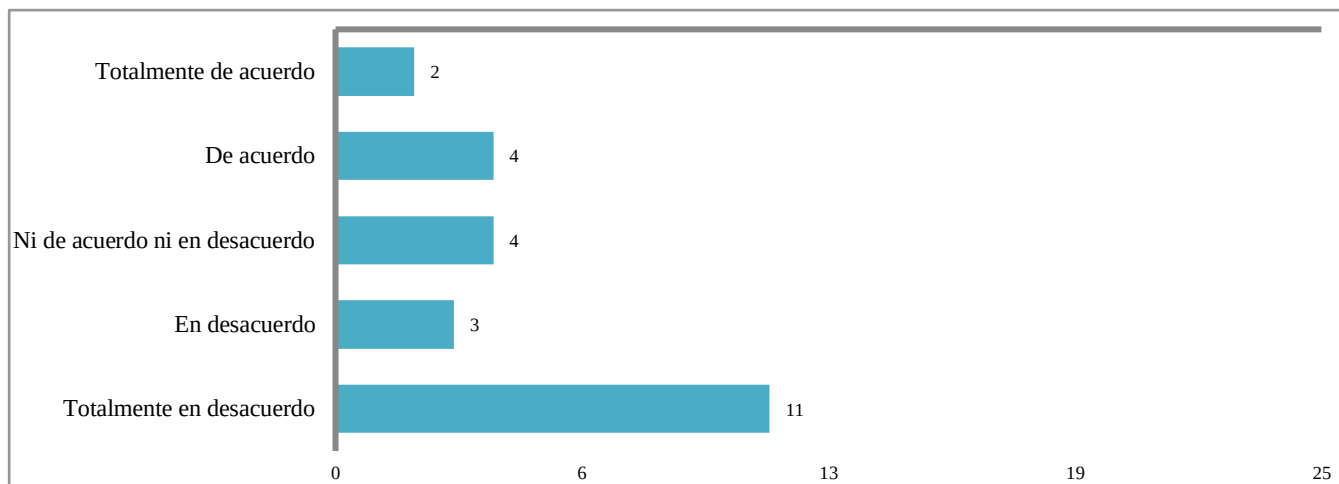


Figura 83. Resultados pregunta 12. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. iOS: ¿Cree que podría tener un rendimiento más optimizado?. Fuente: propia.

- **Pregunta 13:** *¿Ha encontrado algún error mientras utilizaba la aplicación?*. En general, se han encontrado pocos errores en la aplicación, por la continua corrección de errores. Estos errores por otro lado tienen escaso impacto en la usabilidad de UlcerAPP. En la figura 84 se muestran los resultados.

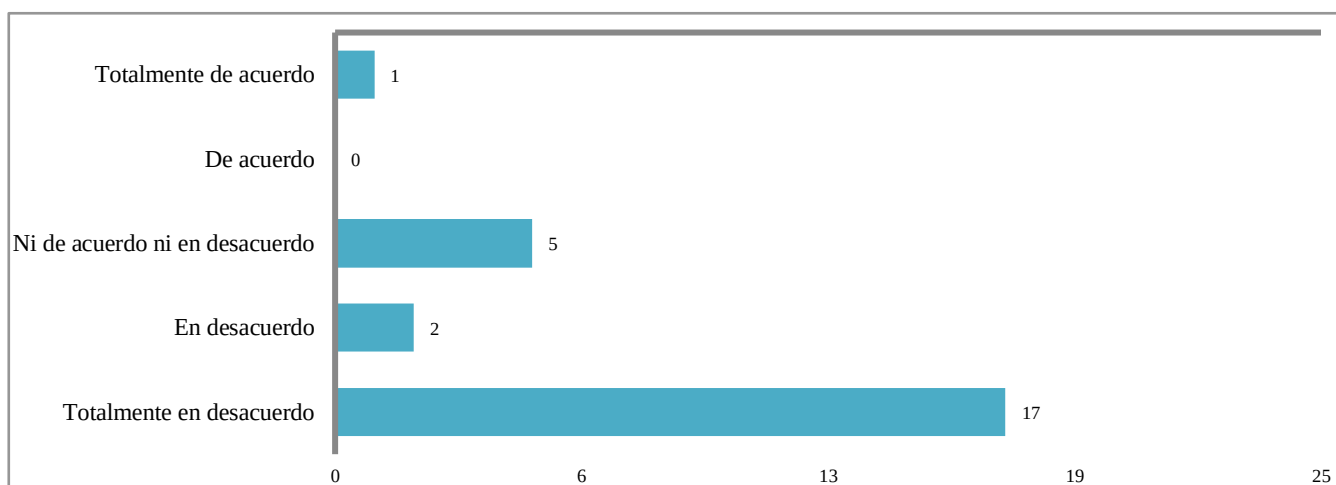


Figura 84. Resultados pregunta 13. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. iOS: ¿Ha encontrado algún error mientras utilizaba la aplicación?. Fuente: propia.

- **Pregunta 14:** *¿Encuentra adecuada la apariencia de esta aplicación?*. Los usuarios de este subgrupo están satisfechos y valoran positivamente la apariencia de la aplicación (88%, 22 de 25 usuarios) (Figura 85).

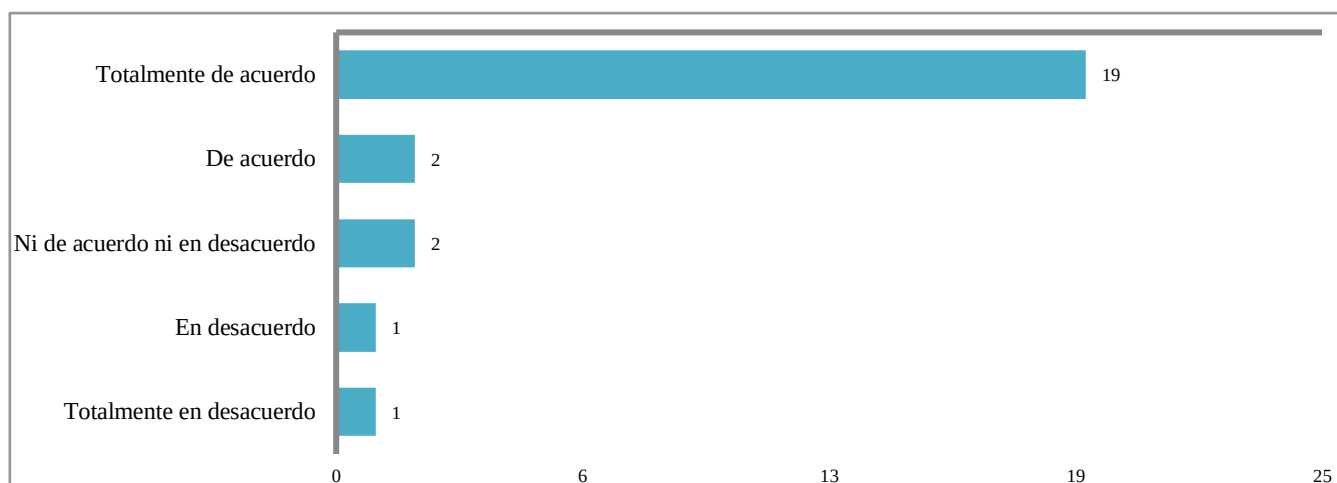


Figura 85. Resultados pregunta 14. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. iOS: ¿Encuentra adecuada la apariencia de esta aplicación?. Fuente: propia.

- **Pregunta 15:** *¿Cree que el método de diagnóstico de esta aplicación es, en general, preciso?.*
La mayoría de los usuarios médicos no especialistas en ACV (23/25) valoran positivamente la precisión del diagnóstico de UlcerAPP.

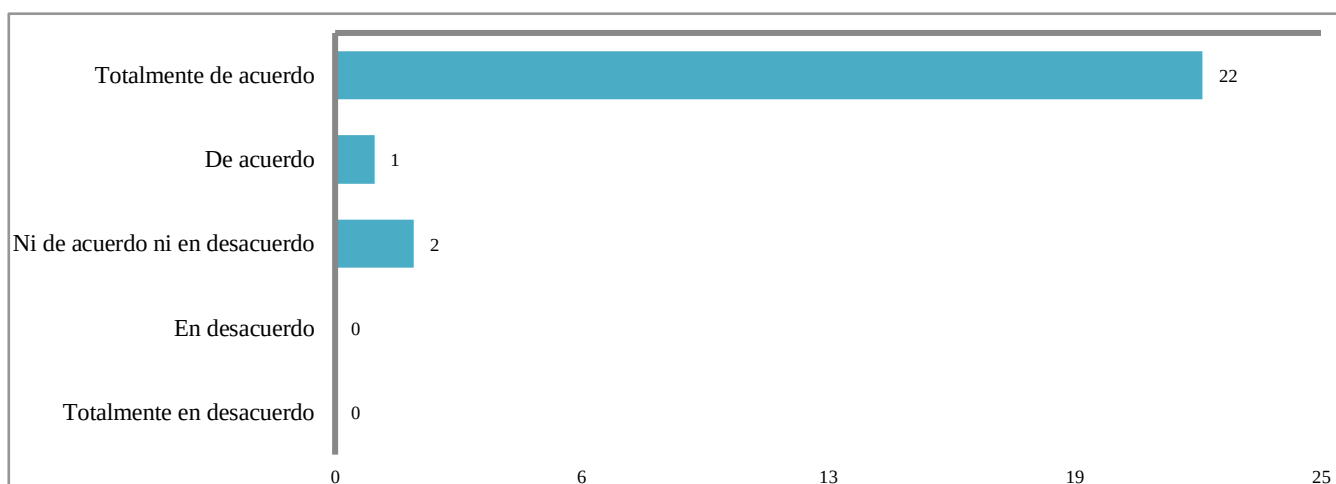


Figura 86. Resultados pregunta 15. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. iOS: ¿Cree que el método de diagnóstico de esta aplicación es, en general, preciso?. Fuente: propia.

5.2.3.2. Médicos de Atención Primaria. iOS.

A continuación, se analizarán los resultados obtenidos por otro subgrupo de usuarios, los médicos de AP. Como se mostró en la Figura 56, representan un 23,3% de los encuestados (24 usuarios). Los resultados obtenidos y sus medias se pueden observar en la Tabla 13.

	# de 1	# de 2	# de 3	# de 4	# de 5	Media
P1	0	0	0	2	22	4,92
P2	5	12	4	1	2	2,29
P3	0	0	0	0	24	5,00
P4	0	0	0	0	24	5,00
P5	0	0	7	9	8	4,04
P6	0	0	0	0	24	5,00
P7	19	3	2	0	0	1,29
P8	0	0	0	1	23	4,96
P9	0	0	1	2	21	4,83
P10	0	0	0	0	24	5,00
P11	0	0	0	0	24	5,00
P12	14	8	2	0	0	1,50
P13	17	6	1	0	0	1,33
P14	1	0	2	2	19	4,67
P15	0	0	0	2	22	4,92

Tabla 13. Resultados la QoE de los médicos de AP. iOS. Fuente: propia.

Los resultados obtenidos en este subgrupo son excelentes en cada uno de los grupos. En las medias obtenidas indican la satisfacción de los usuarios. Cabe destacar que en 5 de las 15 preguntas

(distribuidas en todos los bloques), el 100% de los usuarios dan la puntuación máxima, en el resto la media supera la media de 4, en las preguntas positivas donde los usuarios están de acuerdo o muy de acuerdo con una de las funcionalidades, e inferior a 3 en aquellas preguntas con una connotación negativa de la aplicación.

A continuación, se describirán los resultados por cada una de las preguntas de la encuesta de usabilidad.

Como se muestra en la Figura 87, la experiencia de los usuarios en muchos de los ítems evaluados en las preguntas 3,4,6, 10 y 11 es muy satisfactoria. El 100% de los usuarios de este bloque, con una media de 5,00 están muy de acuerdo en que el contenido de la aplicación es muy fiable, relacionan el uso de la aplicación con problemas de salud, utilidad de la aplicación y capacidad para evaluar la evolución de la enfermedad.



Figura 87. Resultados pregunta 3. Subgrupo médicos de AP. iOS: ¿Cree que la información contenida es fiable?, pregunta 4: ¿Puede identificar con esta aplicación problemas de salud?, Pregunta 6: ¿Hay algún contenido de la misma que ha encontrado realmente útil?, pregunta 10: ¿La aplicación es útil para el seguimiento de la evolución de la enfermedad?, Pregunta 11. ¿Tiene la garantía de utilizar la aplicación en cualquier momento y cualquier lugar?. Fuente: propia.

- **Pregunta 1 y 2:** *¿La aplicación hace la función esperada?, ¿Puede hacer lo mismo sin la aplicación?*. Todos los usuarios de este subgrupo afirman que la aplicación hace la función esperada (Figura 88). Por otro lado, el 70% no pueden hacer lo mismo sin la aplicación, por lo que el uso de la misma le permite realizar actividades en su día a día, que sin ella no sería capaz (Figura 89). Los resultados son muy parecidos a los obtenidos en el grupo de médicos no especialistas en ACV.

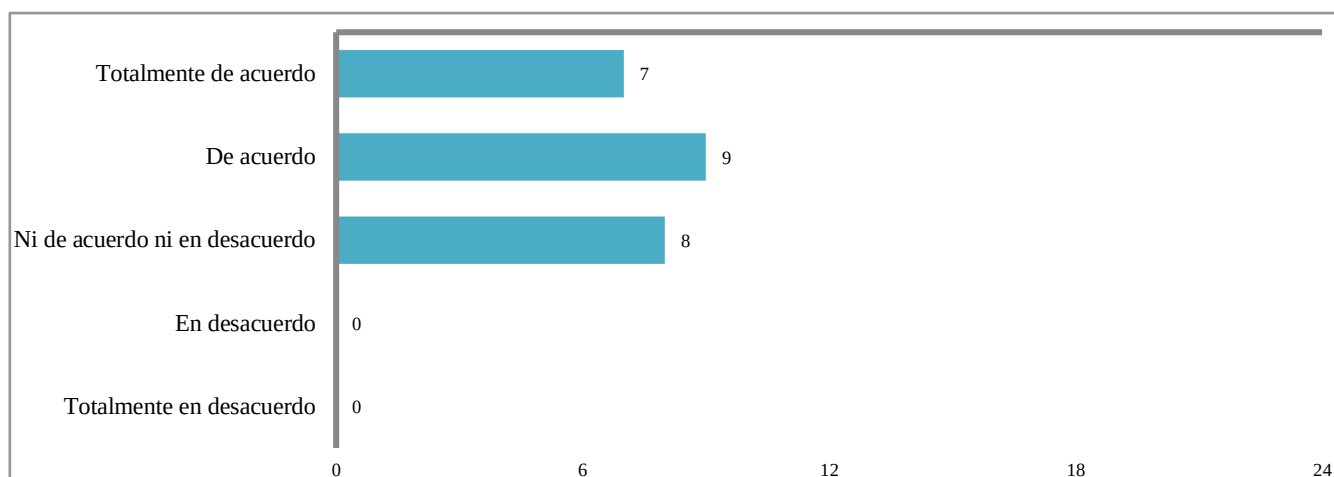


Figura 88. Resultados pregunta 1. Subgrupo médicos de AP. iOS: ¿La aplicación hace la función esperada.
Fuente: propia.



Figura 89. Resultados pregunta 2. Subgrupo médicos de AP. iOS: ¿Puede hacer lo mismo sin la aplicación?.
Fuente: propia.

- **Pregunta 5:** *¿Su calidad de vida ha mejorado con el uso de esta aplicación?.* Dos tercios de los usuarios (66,6%, 17 usuarios) (Figura 90) están de acuerdo o muy de acuerdo en que han mejorado la calidad de vida con el uso de la aplicación.

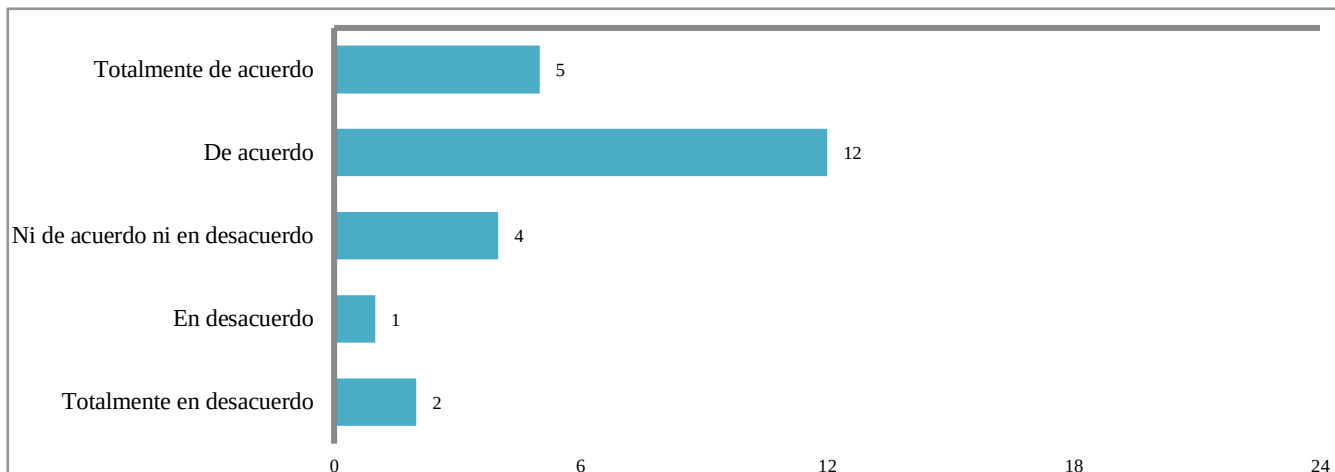


Figura 90. Resultados pregunta 5. Subgrupo médicos de AP. iOS: ¿Su calidad de vida ha mejorado con el uso de la aplicación?. Fuente: propia.

- **Pregunta 7 y 8:** *¿Cree que falta algún contenido?, ¿Ha encontrado los que necesitaba?.* El 91,6% (22/24) de los usuarios creen que no falta ningún contenido y el 100% de los usuarios está de acuerdo o muy de acuerdo en que ha encontrado lo que necesitaba en la aplicación (Figura 91 y Figura 92).

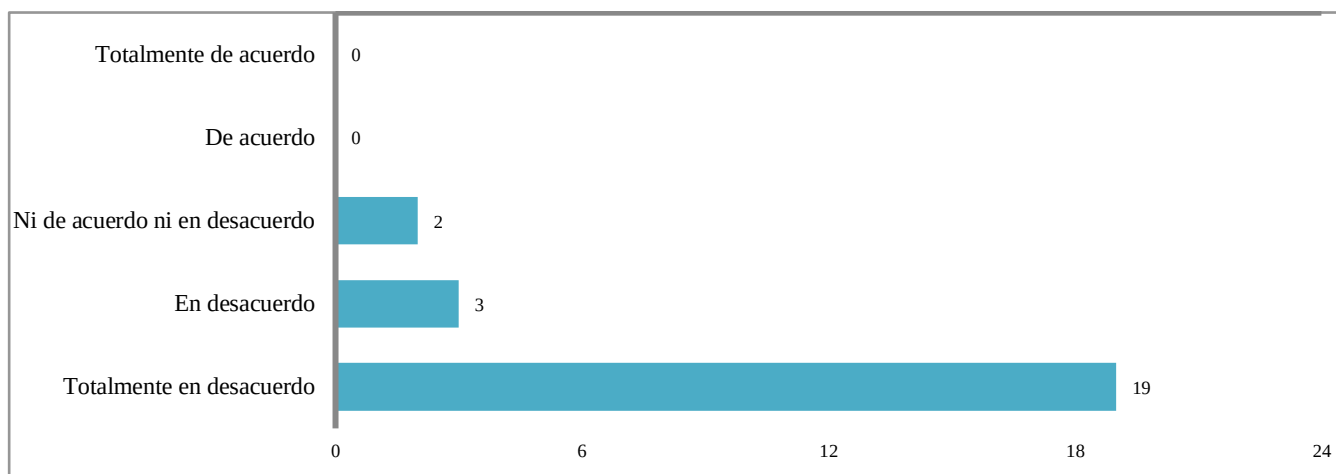


Figura 91. Resultados pregunta 7. Subgrupo médicos de AP. iOS: ¿Ha encontrado los que necesitaba?. Fuente: propia



Figura 92. Resultados pregunta 8. Subgrupo médicos de AP. iOS: ¿Cree que falta algún contenido?. Fuente: propia.



Figura 93. Resultados pregunta 9. Subgrupo médicos de AP. iOS: ¿Cree que el método tradicional utilizado hasta ahora es más difícil o no existe?Fuente: propia.

En el bloque de “Funcionamiento” (pregunta 12), la mayoría de los médicos de AP (22/24) están satisfechos con el funcionamiento de la aplicación y piensan que no puede tener un funcionamiento más optimizado, como muestra la Figura 94. Respecto al bloque “Apariencia”, el 87,5% está satisfecho o muy satisfechos con el diseño y el aspecto de UlcerAPP, lo cual se refleja en la Figura 95. Para finalizar el análisis del grupo de médicos de AP, en relación al bloque de “Precisión”, el 100% opinan que el método diagnóstico es fiable, por lo tanto satisfechos con los algoritmos de decisión implementado en UlcerAPP (Figura 96).

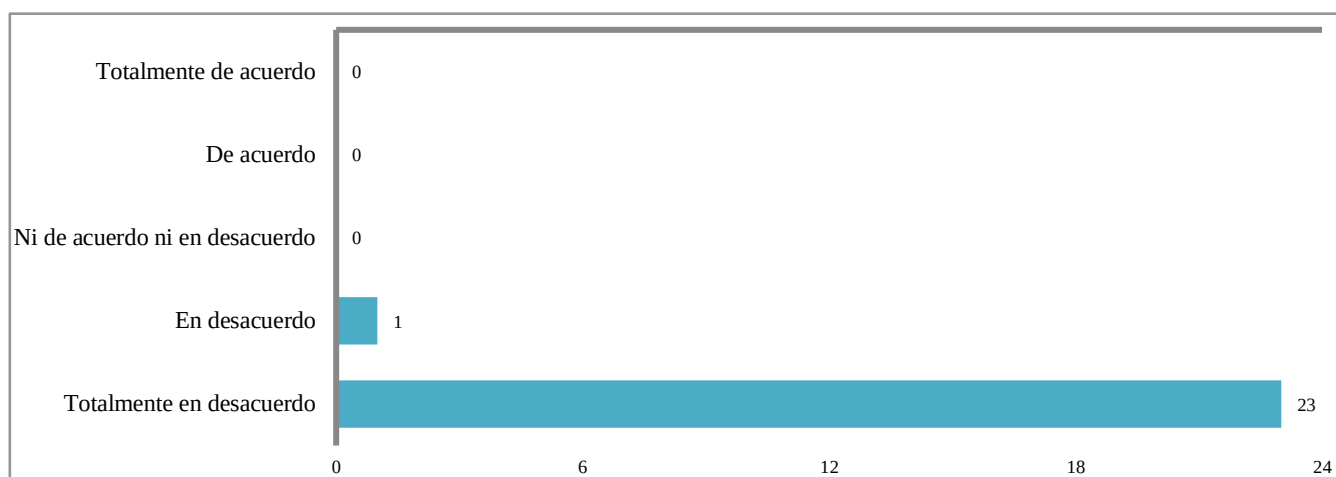


Figura 94. Resultados pregunta 12. Subgrupo médicos de AP. iOS: ¿Cree que podría tener un rendimiento más optimizado?. Fuente: propia.



Figura 95. Resultados pregunta 14. Subgrupo médicos de AP. iOS: ¿Encuentra adecuada la apariencia de esta aplicación?. Fuente: propia.

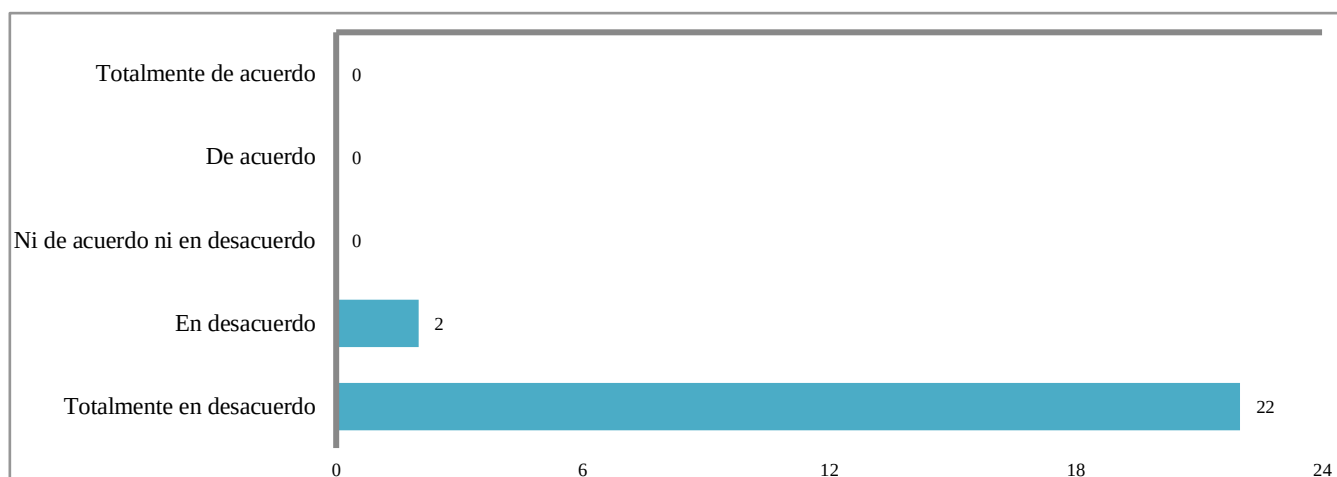


Figura 96. Resultados pregunta 15. Subgrupo médicos de AP. iOS: ¿Cree que el método de diagnóstico de esta aplicación es, en general, preciso?. Fuente: propia.

Concluimos con este bloque con dos reflexiones: por un lado los resultados obtenidos en la encuesta de usabilidad son excelentes, por lo que la calidad de experiencia del usuario resultó satisfactoria. Por otro lado, los resultados son superponibles a los obtenidos en el grupo de médico no especialistas en ACV, donde también fue muy valorada la calidad, el contenido y la funcionalidad de la aplicación.

5.2.3.3. Enfermería Hospitalaria. iOS.

A continuación, se analizará el tercer grupo de usuarios, enfermería hospitalaria. Al igual que existen diferencias en el entorno de trabajo y tipo de pacientes entre médicos no especialistas en ACV y médicos de AP, lo mismo ocurre con los dos grupos de enfermería. Los recursos de los que disponen también les diferencia, puesto que en los hospitales, además de poder acceder a muchos mas especialistas, suelen contar con mayores recursos y arsenal terapéutico. Esto prodría explicar, una mayor utilidad o necesidad de disponibilidad de SADM para personal de enfermería de AP. Como se mostró en la Figura 56, representan un 20,4% de los encuestados (21 usuarios). Los resultados globales obtenidos y sus medias se pueden observar en la Tabla 14.

	# de 1	# de 2	# de 3	# de 4	# de 5	Media
P1	0	0	0	1	20	4,95
P2	4	13	3	1	0	1,90

P3	0	0	0	1	20	4,95
P4	0	0	0	0	21	5,00
P5	0	0	2	12	7	4,24
P6	0	0	0	1	20	4,95
P7	16	5	0	0	0	1,24
P8	0	0	0	2	19	4,90
P9	0	0	1	2	18	4,80
P10	0	0	0	0	21	5,00
P11	0	0	0	1	20	4,95
P12	17	3	1	0	0	1,24
P13	20	1	0	0	0	1,00
P14	0	0	0	2	19	4,90
P15	0	0	0	0	21	5,00

Tabla 14. Resultados la QoE de enfermería hospitalaria. iOS. Fuente: propia.

Siguiendo la tendencia de los grupos analizados previamente, los usuarios correspondientes al grupo de enfermería hospitalaria, valora muy positivamente la calidad del contenido, la funcionalidad, utilidad, apariencia y precisión de UlcerAPP.

Si analizamos los resultados por bloques de preguntas, observamos que en el bloque de “Calidad del contenido”, la mayoría de los encuestados (100% de los usuarios) aseguran que UlcerAPP, realiza la función que se esperaba de la aplicación, como se muestra en la Figura 97.

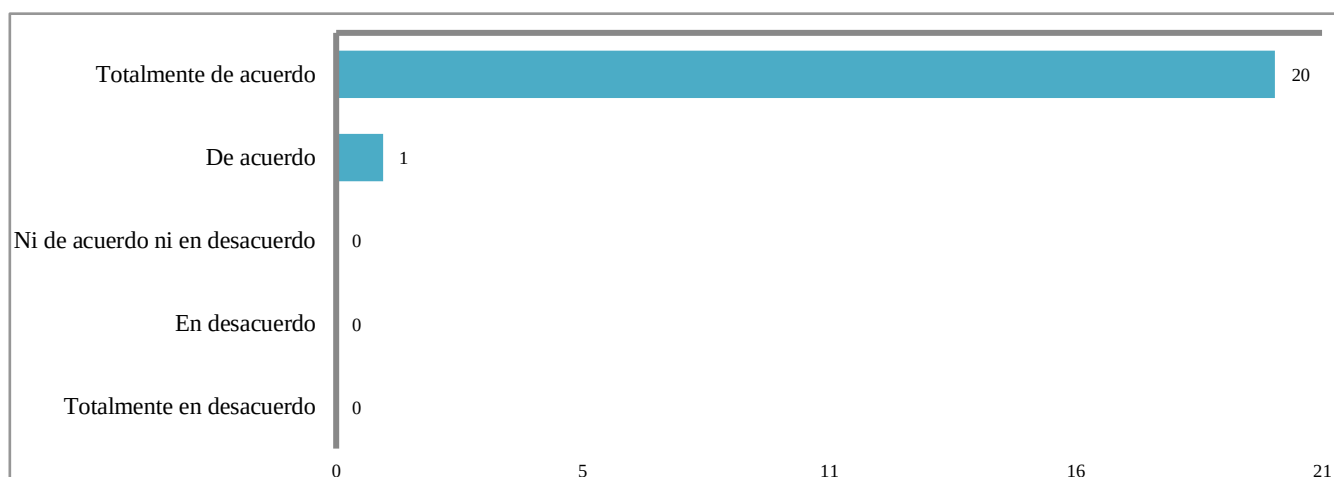


Figura 97. Resultados pregunta 1. Subgrupo enfermería hospitalaria. iOS: ¿La aplicación hace la función esperada?. Fuente: propia.

Por otro lado, en la Figuras 98 podemos observar que el uso de la aplicación en su medio de trabajo ha modificado o como muestra textualmente la pregunta 5 de cuestionario “mejorar la calidad de vida” de los usuarios, ya que el 90,5% esta de acuerdo o muy de acuerdo con esta pregunta. En relación a la confianza de la información contenida en la aplicación, el total de usuarios de este grupo está de acuerdo o muy de acuerdo en que la información contenida en UlcerAPP es muy fiable (Figura 99).

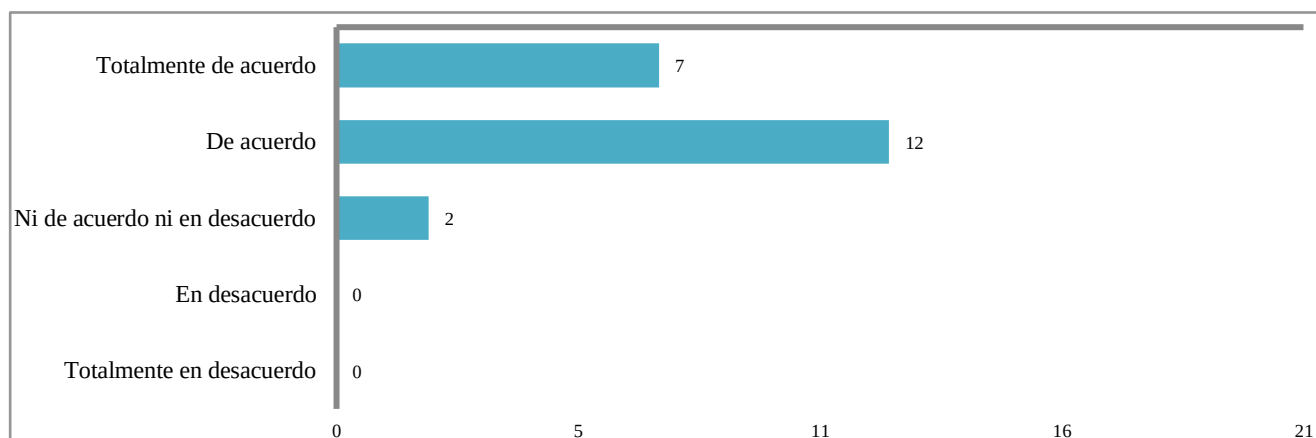


Figura 98. Resultados pregunta 5. Subgrupo enfermería hospitalaria. iOS: ¿Su calidad de vida ha mejorado con el uso de esta aplicación?. Fuente: propia.



Figura 99. Resultados pregunta 3. Subgrupo enfermería hospitalaria. iOS: ¿Opina que la información contenida es fiable?. Fuente: propia.

En el bloque “Facilidad de Uso”, la mayoría de los enfermeros en el ámbito hospitalario, encontraron lo que buscaban en la aplicación, lo cual sugiere que la aplicación es fácil e intuitiva (Figura 100).



Figura 100. Resultados pregunta 8. Subgrupo enfermería hospitalaria. iOS: ¿Ha encontrado lo que necesitaba?. Fuente: propia.

Al ser preguntados si el método tradicional es más difícil o no existe, un 95,2% está de acuerdo o muy de acuerdo con esta afirmación (Figura 101).

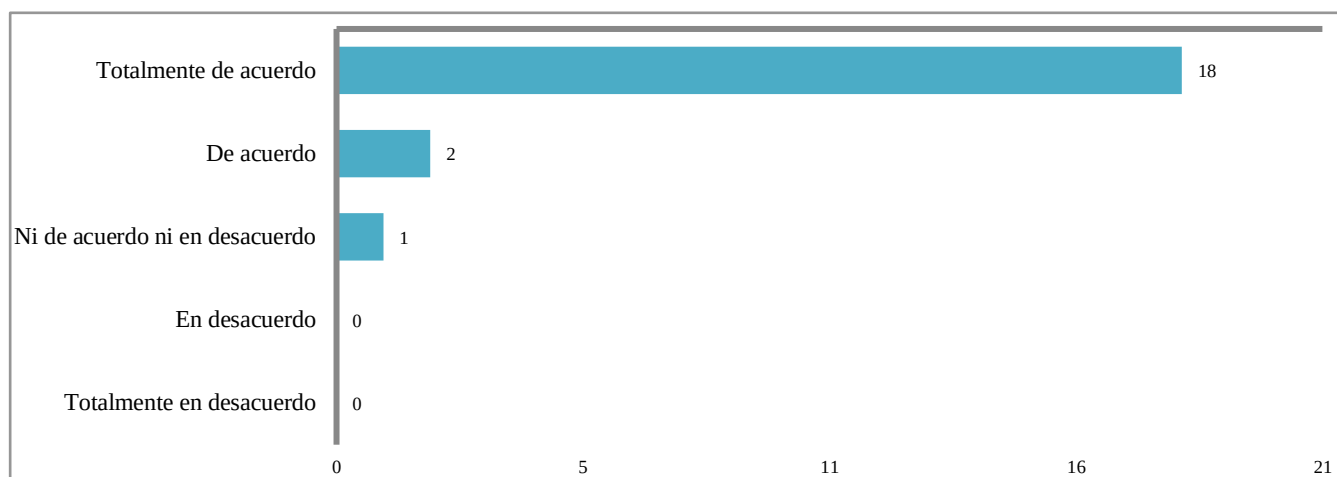


Figura 101. Resultados pregunta 9. Subgrupo enfermería hospitalaria. iOS: ¿Cree que el método tradicional utilizado hasta ahora es más difícil o no existe?. Fuente: propia.

En el bloque de “Funcionamiento”, en la pregunta 12 en lo que respecta al rendimiento de la aplicación, la mayoría de los usuarios (20 de los 21 usuarios), no creen que deba mejorar o que deba tener un rendimiento más optimizado (Figura 102). La apariencia y fiabilidad del método diagnóstico también fue valorada también muy positivamente por el 100% de los enfermeros hospitalarios encuestados (Figura 103 y 104).

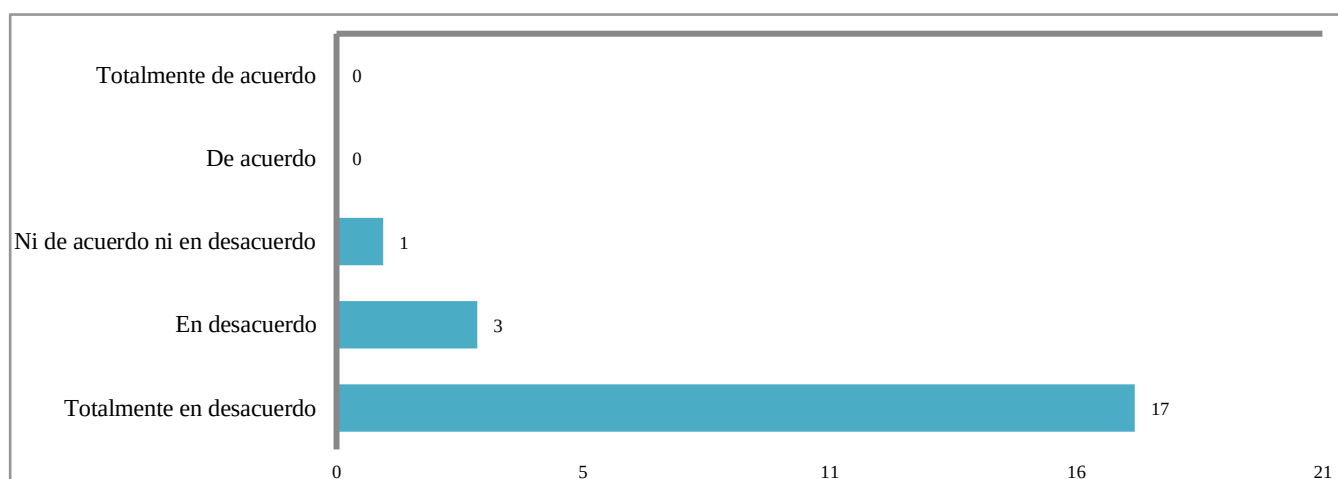


Figura 102. Resultados pregunta 12. Subgrupo enfermería hospitalaria. iOS: ¿Cree que podría tener un rendimiento más optimizado?. Fuente: propia.

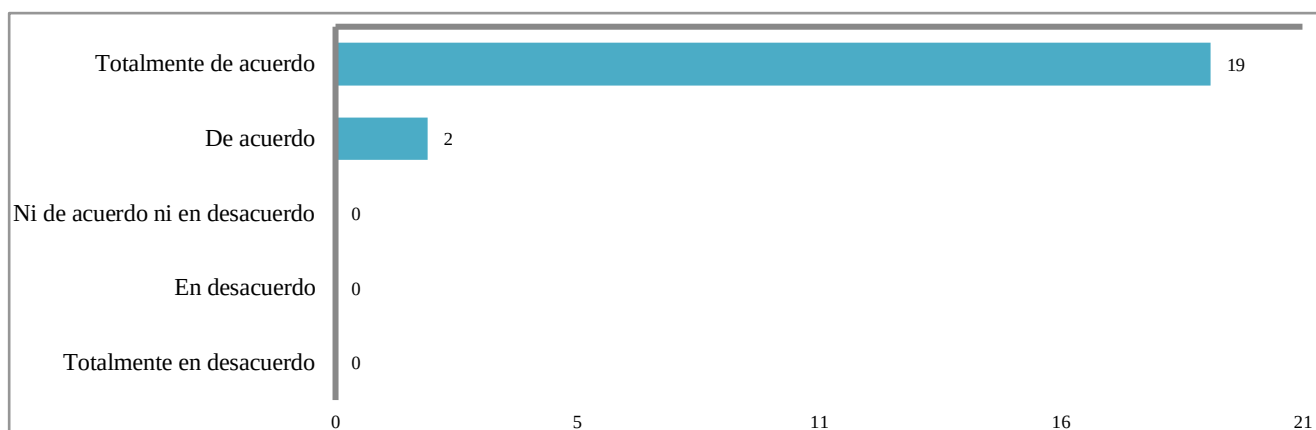


Figura 103. Resultados pregunta 14. Subgrupo enfermería hospitalaria. iOS: ¿Encuentra adecuada la apariencia de esta aplicación?. Fuente: propia.

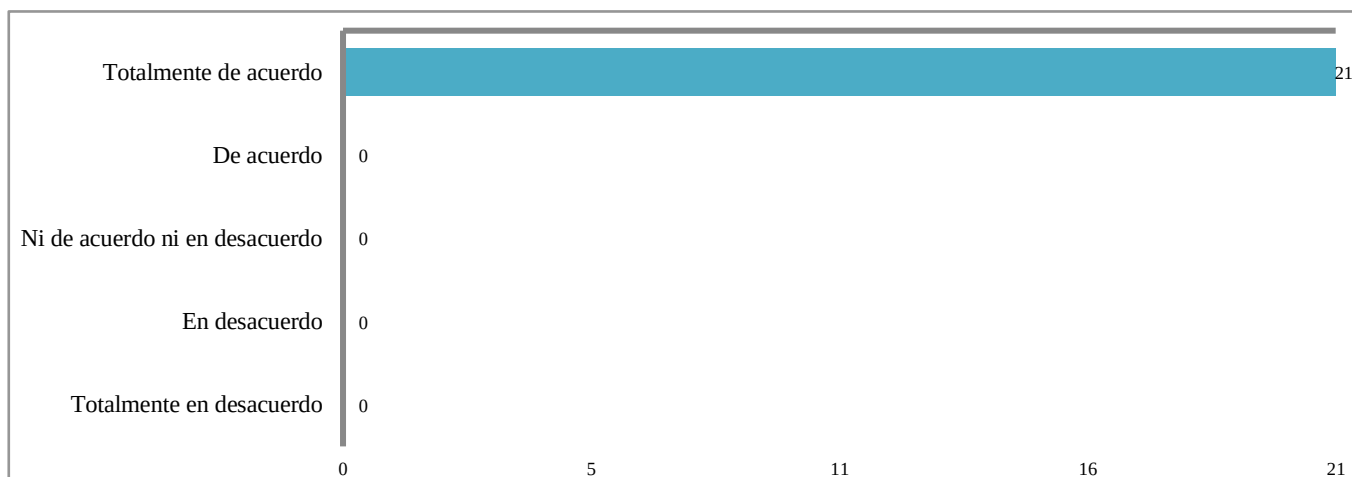


Figura 104. Resultados pregunta 15. Subgrupo enfermería hospitalaria. iOS: ¿Cree que el método de diagnóstico de esta aplicación es, en general, preciso?. Fuente: propia.

5.2.3.4. Enfermería de Atención Primaria. iOS.

A continuación, se analizará el ultimo grupo de usuarios encuestados, enfermería de AP. Como se mostró en la Figura 56, representan un 23,3% del total de encuestados (24 usuarios). Los resultados globales obtenidos y sus medias se pueden observar en la Tabla 15.

Preguntas	# de 1	# de 2	# de 3	# de 4	# de 5	Media
P1	0	0	0	0	24	5,00

P2	5	14	4	1	0	1,90
P3	0	0	0	0	24	5,00
P4	0	0	2	2	20	4,75
P5	0	1	2	15	6	4,08
P6	0	0	3	1	20	4,71
P7	12	7	3	1	1	1,83
P8	1	0	0	2	21	4,75
P9	0	0	2	3	19	4,71
P10	0	0	0	1	23	4,96
P11	0	0	0	5	19	4,79
P12	17	3	3	1	0	1,5
P13	20	1	3	0	0	1,17
P14	0	0	2	3	19	4,71
P15	0	0	0	3	21	4,83

Tabla 15. Resultados la QoE de enfermería de AP. iOS. Fuente: propia.

Siguiendo la tendencia de los grupos anteriores, se han obtenido unas puntuaciones excelentes en todos los bloques de preguntas, con medias similares.

En cuanto a la “Calidad del contenido”, se han obtenido medias altas en las preguntas 1 (5,0; función esperada), Pregunta 2 (1,90; capacidad de hacer la función sin la aplicación) pregunta 3 (5,00; información fiable), preguntas 4 (4,75; identifica la aplicaciónn con problemas de salud), pregunta 5 (4,08; mejora en la calidad de vida con el uso de la aplicación), Pregunta 6 (4,71;

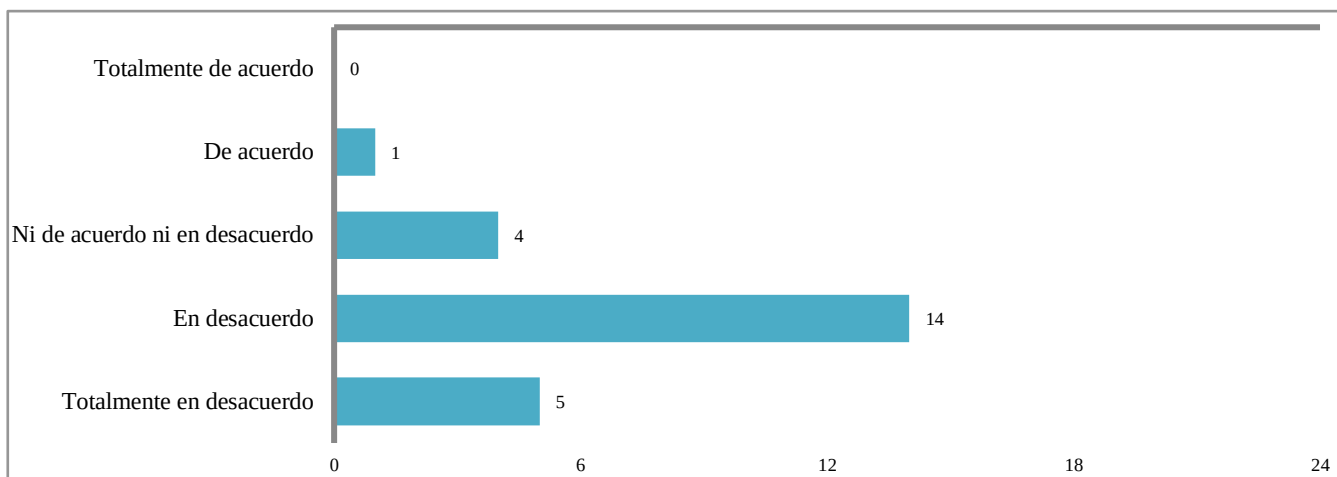


Figura 105. Resultados pregunta 1. Subgrupo enfermería de AP. iOS: ¿La aplicación hace la función esperada?.
Fuente: propia.

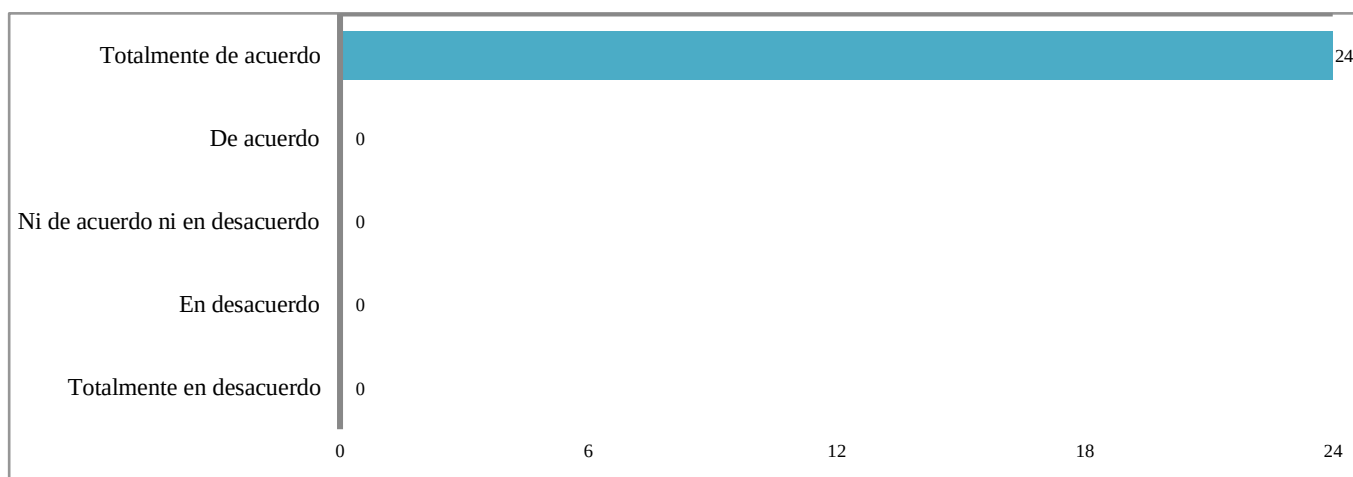


Figura 106. Resultados pregunta 2. Subgrupo enfermería de AP. iOS: ¿Puede hacer lo mismo sin la aplicación?.
Fuente: propia.

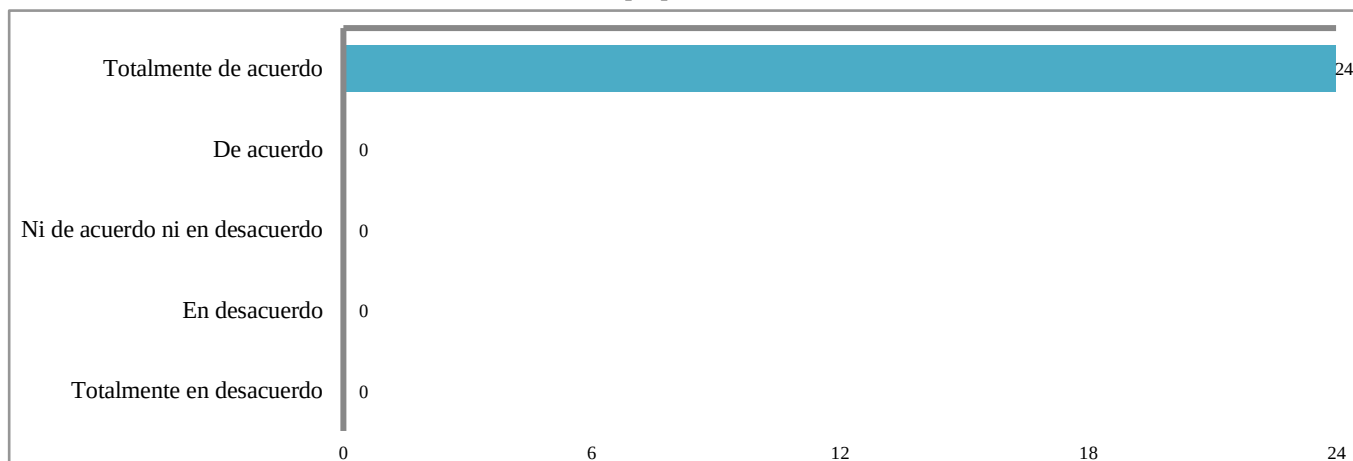


Figura 107. Resultados pregunta 3. Subgrupo enfermería de AP. iOS: ¿Opina que la información contenida es fiable?. Fuente: propia.

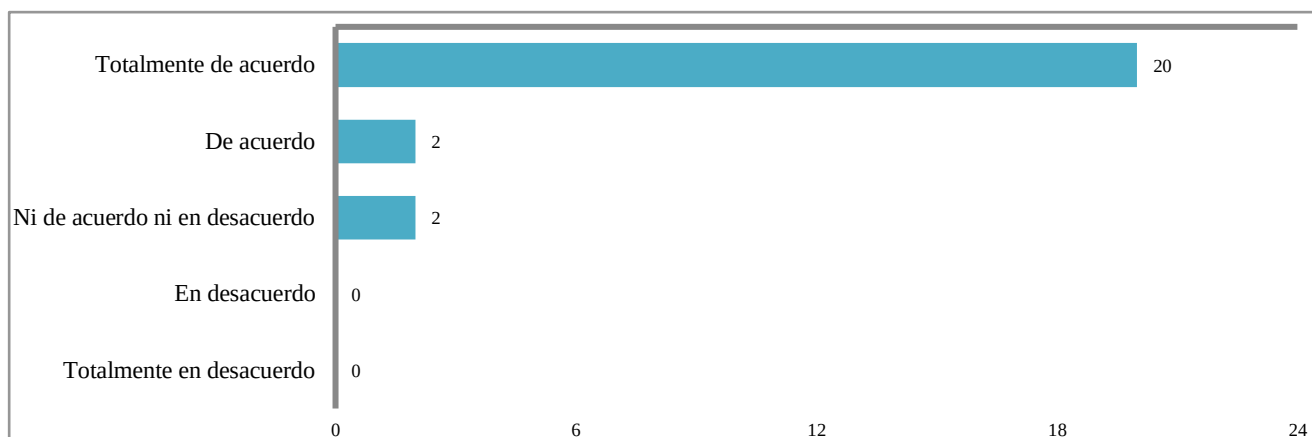


Figura 108. Resultados pregunta 4. Subgrupo enfermería de AP. iOS: ¿Puede identificar con esta aplicación problemas de salud?. Fuente: propia.

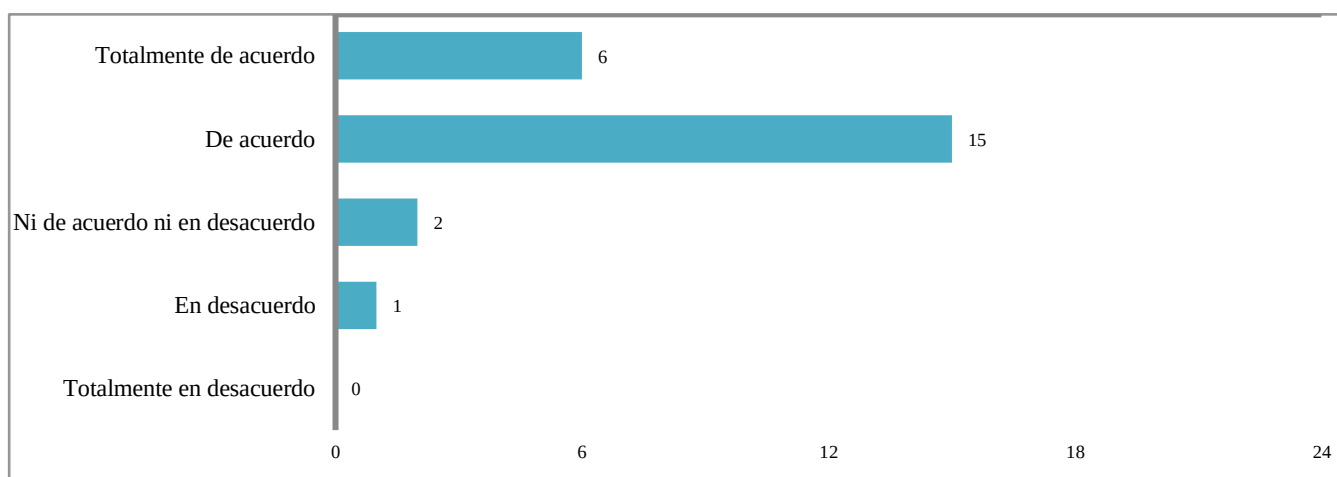


Figura 109. Resultados pregunta 5. Subgrupo enfermería de AP. iOS: ¿Su calidad de vida ha mejorado con el uso de esta aplicación?. Fuente: propia.

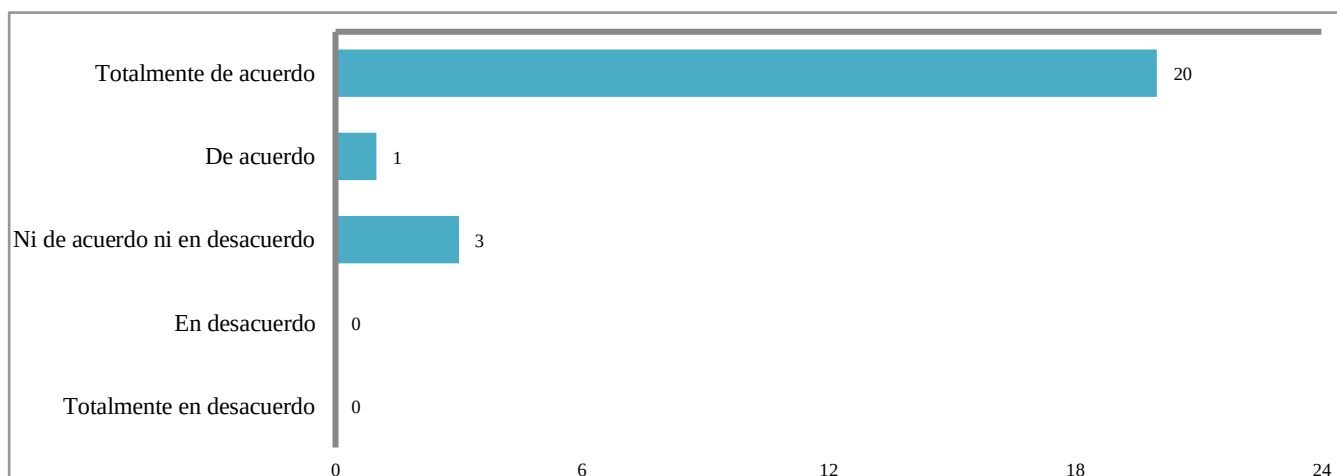


Figura 110. Resultados pregunta 6. Subgrupo enfermería de AP. iOS: ¿Hay algún contenido de la misma que ha encontrado realmente útil?. Fuente: propia

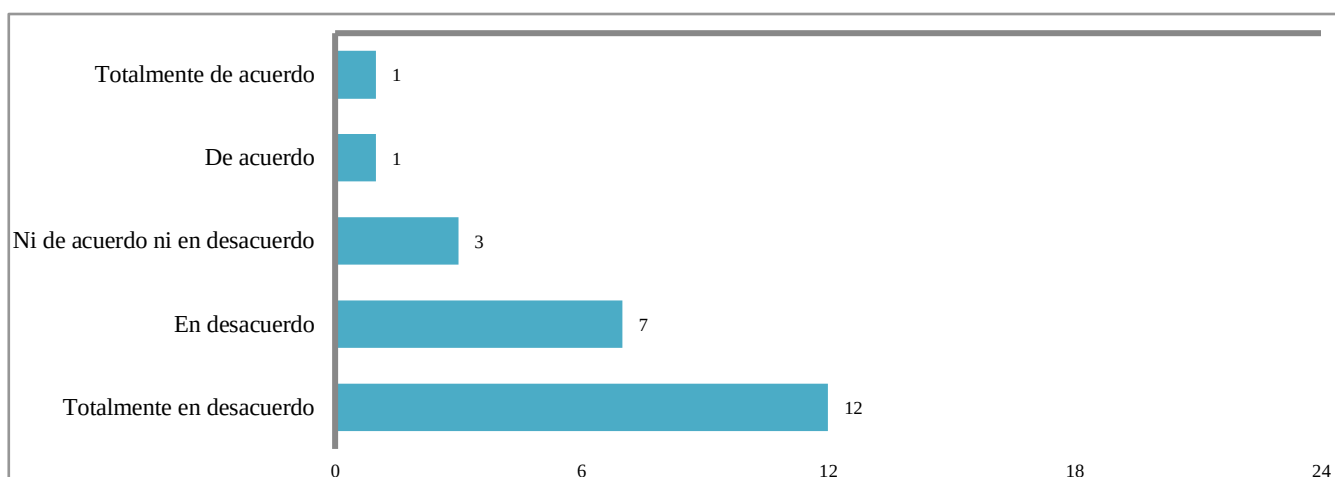


Figura 111. Resultados pregunta 7. Subgrupo enfermería de AP. iOS: ¿Cree que falta algún contenido?. Fuente: propia.

En el bloque de facilidad de uso y disponibilidad de la aplicación, los usuarios muestran su satisfacción con ambas cualidades, puntuando de forma muy positiva ambos bloques. Como muestra la Tabla 15, de las preguntas 8 a la 10, las del bloque de “Facilidad de uso”, las medias obtenidas supera el 4,7. Con estos resultados los usuarios sugieren que UlcerAPP es muy sencilla de utilizar. Por otro lado, en cuanto a la disponibilidad, el 100% de los usuarios están de acuerdo o muy de acuerdo, que la aplicación se puede utilizar en cualquier momento y lugar.

El funcionamiento de la aplicación también tuvo muy buena respuesta según este grupo de enfermería de AP. Como se muestra en las Figuras 96 y 97, los usuarios están muy satisfechos con el rendimiento de la aplicación y no consideran que debe tener un rendimiento más optimizado, y no se han encontrado errores en la aplicación.

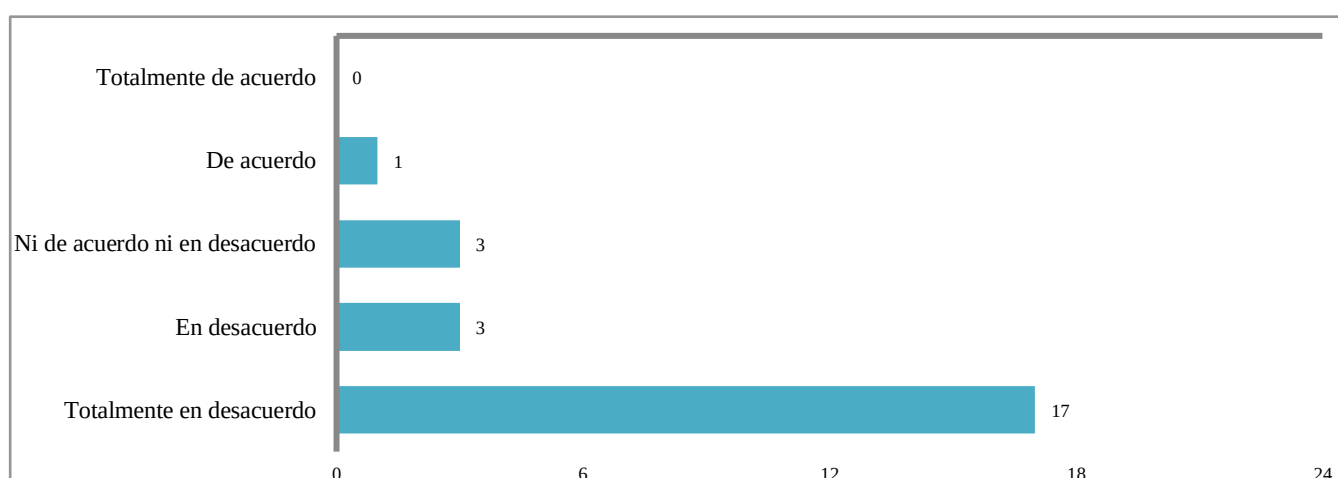


Figura 112. Resultados pregunta 12. Subgrupo enfermería de AP. iOS: ¿Cree que podría tener un rendimiento mas optimizado?. Fuente: propia

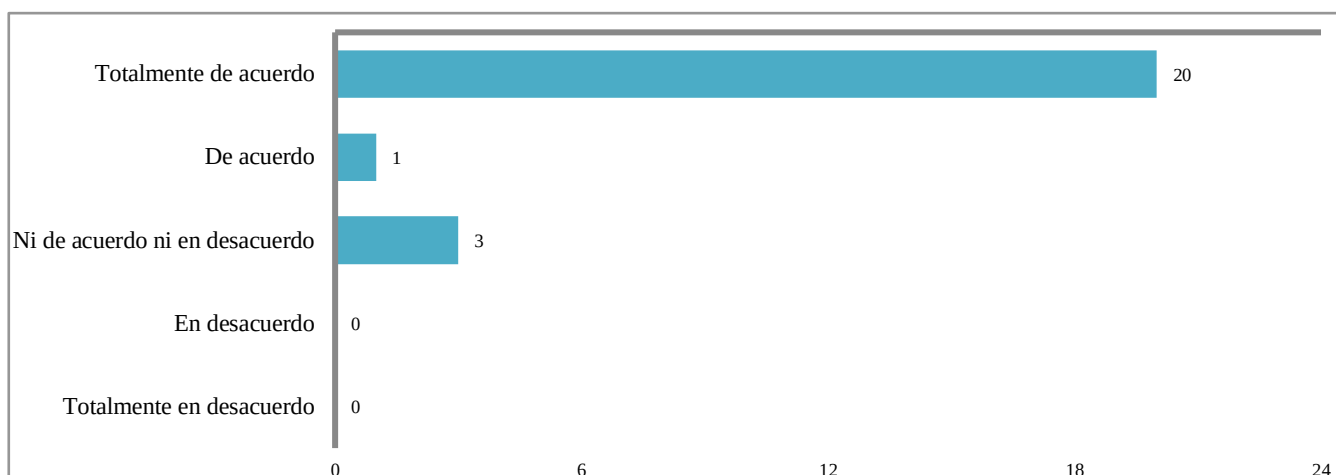


Figura 113. Resultados pregunta 13. Subgrupo enfermería de AP. iOS: ¿Ha encontrado algún error mientras usaba la aplicación?. Fuente: propia

Para finalizar el bloque de enfermería de AP, los resultados obtenidos en cuanto a la apariencia de la aplicación y fiabilidad del método diagnóstico, el 91,6% (22 de los 24 usuarios) encuentran adecuada la apariencia de UlcerAPP y el 100% están de acuerdo o muy de acuerdo en que el método diagnóstico es preciso.

5.3. Evaluación de la Aplicación en Android.

5.3.1. Estadísticas generales de UlcerAPP. Android.

Través de la página del desarrollador *Google Console*, podemos acceder a las estadísticas generales de la aplicación, donde se puede acceder al número de descargas, descargas por fecha, etc...En el momento del análisis de los resultados para la elaboración de este manuscrito, se han descargado la aplicación 219 dispositivos móviles, como podemos observar en la Figura 114.

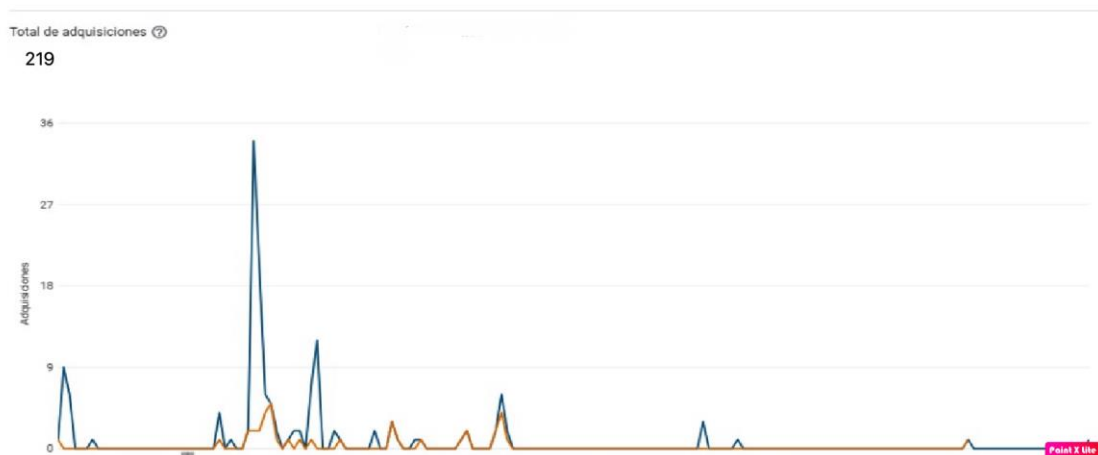


Figura 114. Número de descargas de UlcerAPP. Anroid. Fuente: propia.

5.3.2. Evaluación QoE de la Aplicación UlcerAPP. Android.

Como ya se describió anteriormente en el apartado 5.3.2, la evaluación de la calidad de la experiencia del usuario (QoE), se realizó mediante una encuesta tipo Likert. La encuesta incluyó 15 preguntas (Tabla 6) algunas de ellas con preguntas anexas. Con la misma sistemática, vamos a analizar los resultados obtenidos para la aplicación UlcerAPP, esta vez en su versión Android, de forma global y posteriormente por grupos de usuarios (los mismos que en la versión iOS).

La primera pregunta, fuera del análisis likert, sirvió para estratificar y analizar la profesión de los usuarios que descargaron la aplicación y que posteriormente hicieron la encuesta de usabilidad. En la Figura 115 se podrá observar la representación de la participación de los usuarios por profesiones. Participaron en la encuesta un total de 106 usuarios.

¿Cuál es su profesión?

106 respuestas

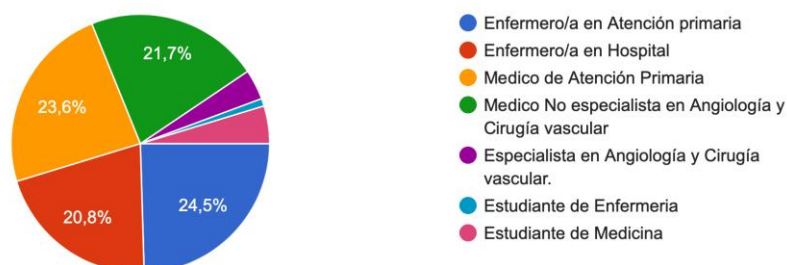


Figura 115: Profesión de los usuarios de UlcerAPP Android. Fuente: propia.

Se puede observar que la participación fue más o menos homogénea en los grupos de enfermería de AP y hospitalaria, médicos de AP y médicos no especialistas en ACV. Escasa participación de estudiantes (5 de medicina y 1 de enfermería) y especialistas en ACV (4 usuarios).

En la Tabla 16 se puede observar el registro de todas las preguntas clasificadas según los valores y la media obtenida.

Preguntas	# de 1	# de 2	# de 3	# de 4	# de 5	Media
P1	2	0	4	12	88	4,73
P2	24	43	26	7	6	2,32
P3	1	0	4	6	95	4,83
P4	1	1	3	7	94	4,81
P5	3	7	26	47	23	3,75
P6	0	1	3	11	89	4,72
P7	74	16	10	0	4	1,47
P8	1	2	4	12	87	4,72
P9	1	1	5	23	73	4,48
P10	1	2	3	8	92	4,77
P11	1	1	4	6	94	4,80
P12	46	31	15	8	5	1,98
P13	73	16	5	2	8	1,58
P14	0	2	4	14	84	4,64

P15	0	2	4	11	87	4,67
-----	---	---	---	----	----	------

Tabla 16. Resultados la QoE UlcerAPP Android. Fuente: propia

Las medias obtenidas en las preguntas realizadas en la encuesta de usabilidad reflejan unos excelentes resultados. Se han obtenidos medias superiores a 3,75 (media más baja en la pregunta 5; mejora en la calidad de vida con el uso de la aplicación) para las fortalezas de a aplicación y medias muy bajas para aquellas preguntas sobre áspenos negativos, carencias o fallos en la misma (medias inferiores a 2,32). A continuación, se analizarán los resultados obtenidos en cada una de las preguntas de la encuesta de usabilidad.

5.3.2.1. Evaluación UlcerAPP Android: Análisis por preguntas.

- **Pregunta 1:** *¿Cumple la función esperada?*. En el 94,3% (100 usuarios) se cumple con las expectativas de los usuarios y la aplicación cumple la función esperada. La media obtenida es de 4,73.

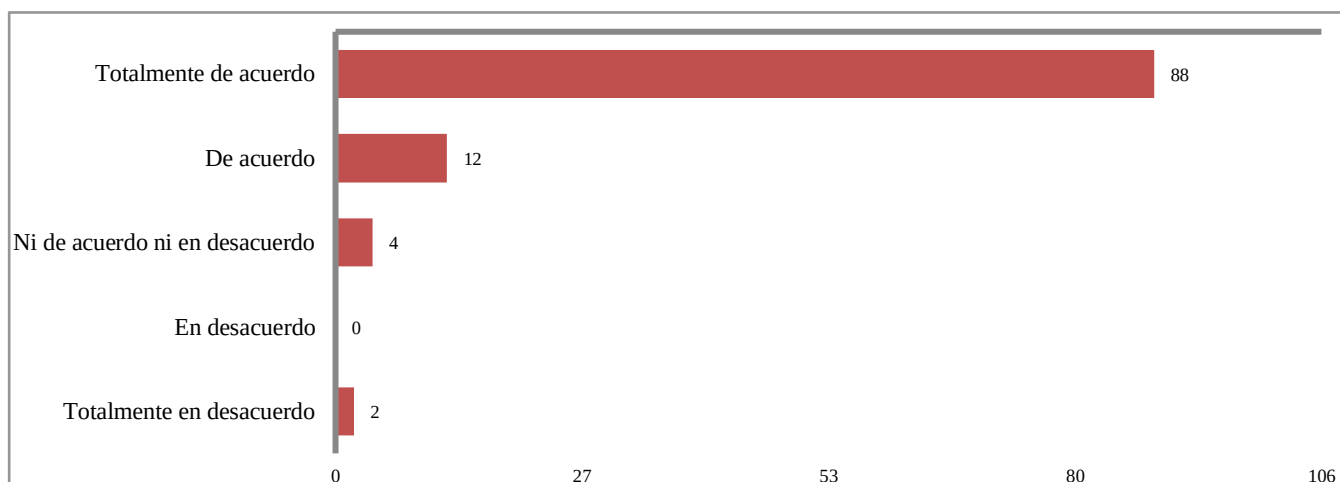


Figura 116. Resultados pregunta 1. Android. ¿La aplicación cumple la función esperada?. Fuente: propia.

- **Pregunta 2:** *¿Podría hacer lo mismo sin la aplicación?*. Dos tercios de los usuarios (62,3%), no podrían hacer lo mismo sin la aplicación, por tanto estos resultados sugieren que los usuarios consideran UlcerAPP es un SADM muy útil.

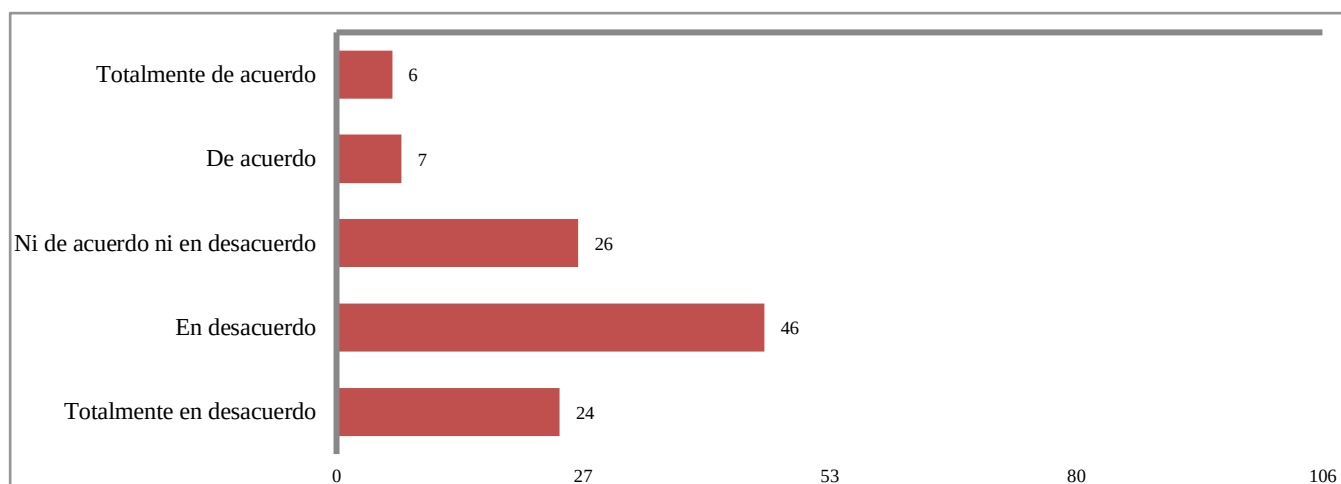


Figura 117. Resultados pregunta 2. Android. ¿Podría hacer lo mismo sin la aplicación?. Fuente: propia.

- **Pregunta 3:** *¿Cree que la información contenida es fiable?*. Con una media obtenida de 4,83, la mayor parte de los usuarios (95,3%) está de acuerdo o muy de acuerdo en que la información contenida en la aplicación es fiable.

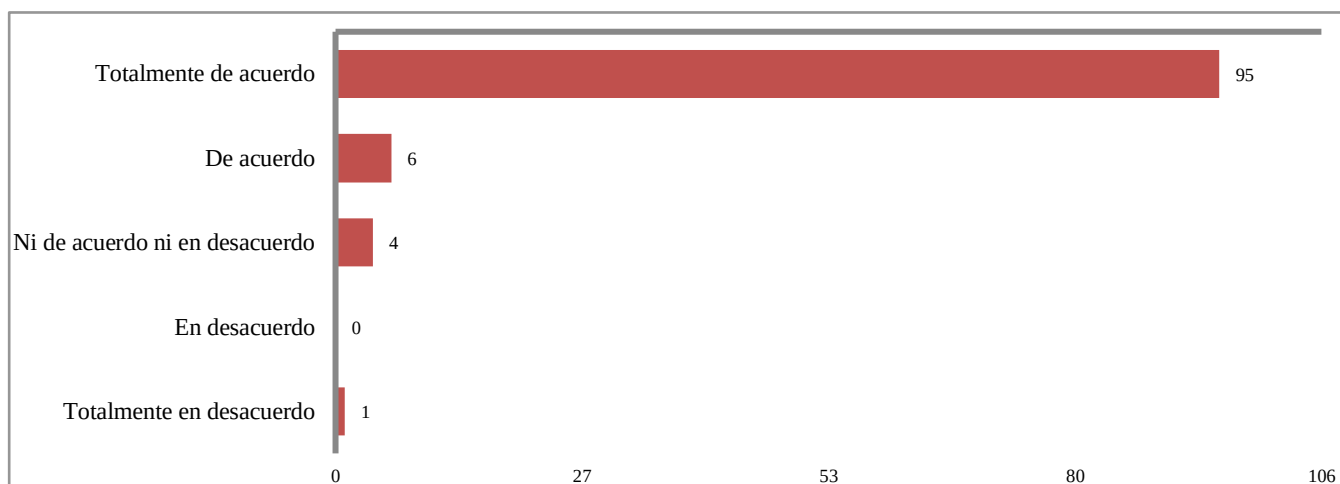


Figura 118. Resultados pregunta 3. Android. ¿Cree que la información contenida es fiable?. Fuente: propia.

- **Pregunta 4:** *¿Puede identificar con esta aplicación problemas de salud?*. La mayor parte de los usuarios, identifican el uso de esta aplicación con problemas de salud (95,2%).

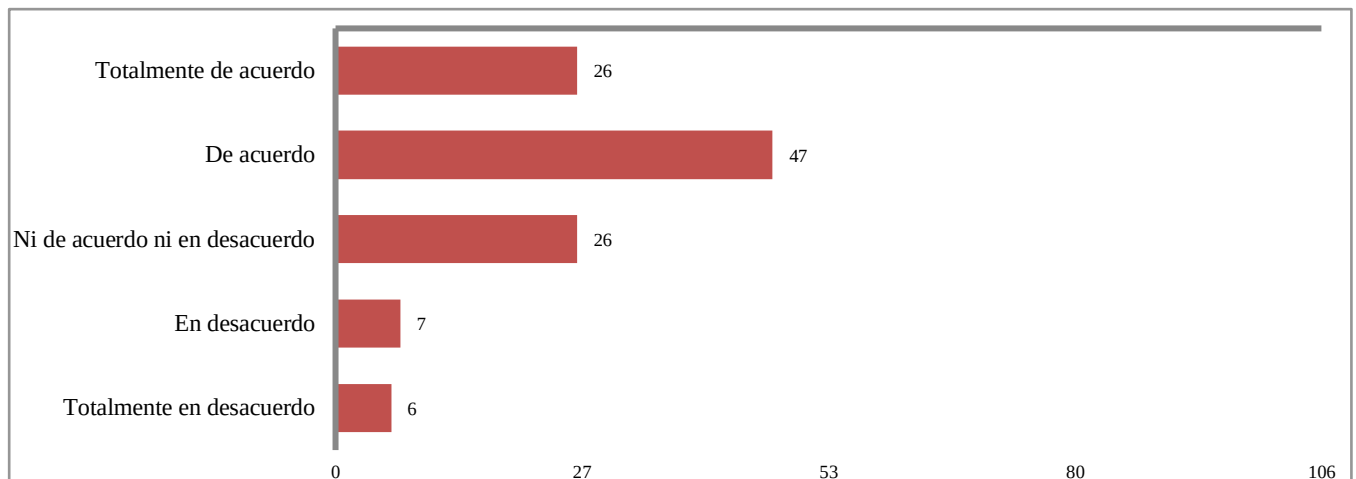


Figura 119. Resultados pregunta 4 Android. ¿Puede identificar con esta aplicación problemas de salud?. Fuente: propia.

Pregunta 5: *¿Su calidad de vida ha mejorado con el uso de esta aplicación?*. En esta pregunta se registra la media más baja (3,75). El 20,7% de los usuarios no está de acuerdo ni en desacuerdo con esa pregunta, el 68,9% si cree que ha mejorado su calidad de vida (73 usuarios) y el 11,5% no está de acuerdo con esta cuestión. A pesar de ser la pregunta con una media más baja, mas de un tercio de los usuarios de los encuestados si que han mejorado su calidad de vida tras el uso de UlcerAPP.

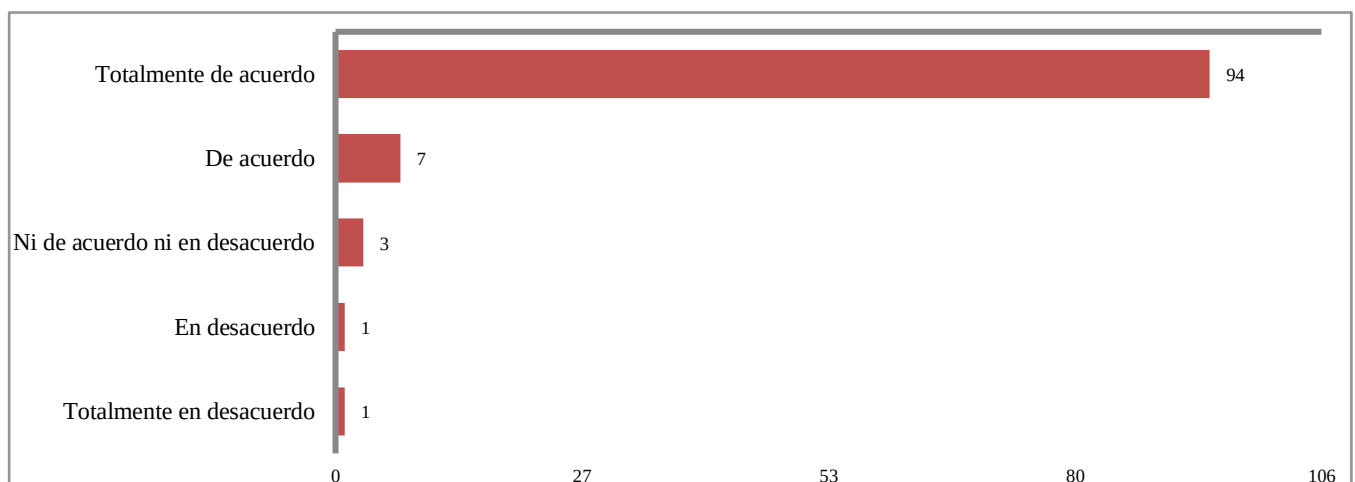


Figura 120. Resultados pregunta 5. Android. ¿Su calidad de vida ha mejorado con el uso de esta aplicación?. Fuente: propia.

- **Pregunta 6:** *¿Hay algún contenido de la misma que ha encontrado realmente útil?*. Forma parte del bloque que informa sobre la calidad del contenido y por tanto una pregunta relevante dentro del cuestionario. El 94,3% de los usuarios (100 encuestados) está de acuerdo o muy de acuerdo con el contenido útil que aporta UlcerAPP.

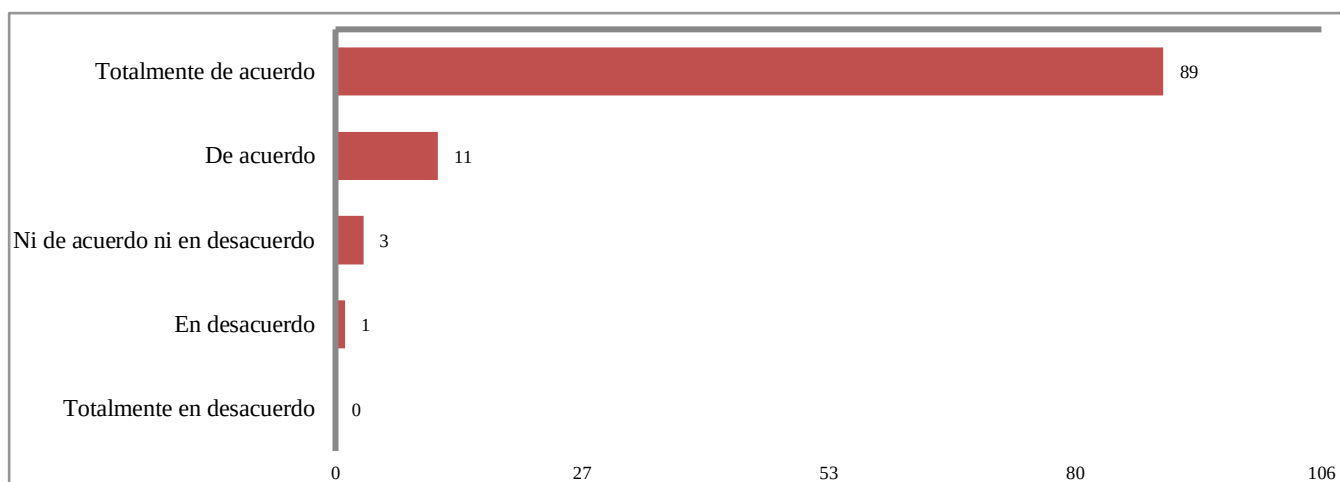


Figura 121. Resultados pregunta 6.Android. ¿Hay algún contenido de la misma que ha encontrado realmente útil?. Fuente: propia.

Esta pregunta presenta una cuestión anexa, donde el usuario libremente puede expresar cual es el contenido más útil de la aplicación. La pregunta 6 anexa es: *¿Qué contenido le parece especialmente útil?*. Contestaron 25 usuarios (23,6%). A continuación, se muestran las respuestas:

Pregunta 6 anexa: Con respecto a la anterior pregunta, puedo indicarnos ¿Qué contenido le ha parecido más útil?
Algoritmo
Las imágenes y orientación por localización
Imágenes para orientar
Tratamientos
El acceso al tratamiento antibiótico de las úlceras infectadas manera clara y rápida
Puede ayudar a guiar en el diagnóstico de las lesiones y definir las derivaciones a especialista
Indicación úlcera neuropática
Tratamiento
Los pasos a seguir según el tipo de úlcera
La facilidad en base a criterios de derivación urgente a cirugía vascular y angiología o bien los cuidados a llevar a cabo

Los tipos de tratamiento específico para cada tipo de úlcera
Fácil uso
Los algoritmos
Facilidad del diagnóstico
Algoritmo y tratamiento
Fácil e intuitiva
Diagnósticos
Los tratamientos
Fotos y descripciones
Imágenes y descripciones
Exploración de la sensibilidad
Tratamientos y fotos
Derivaciones
Las derivaciones están muy bien

Tabla 17. Resultados pregunta anexa 6. Android: ¿Qué contenido le ha parecido más útil?. Fuente: propia.

La participación de esta pregunta anexa fue menor que la registrada en la versión iOS de la aplicación. Los aspectos más útiles más útil expresado por los usuarios, son los algoritmos diagnósticos, los tratamientos, las imágenes que incorpora la aplicación a modo de ejemplo, los criterios de derivación, etc...

- **Pregunta 7 y 8:** *¿Cree que falta algún contenido?, ¿Ha encontrado lo que necesitaba?.* El 84,9% (90/106 usuarios) no creen que falte contenido y el 93,4% (99 usuarios) encontraron lo que necesitaban. Los resultados de estas preguntas se pueden observar en la Figura 122 y 123.

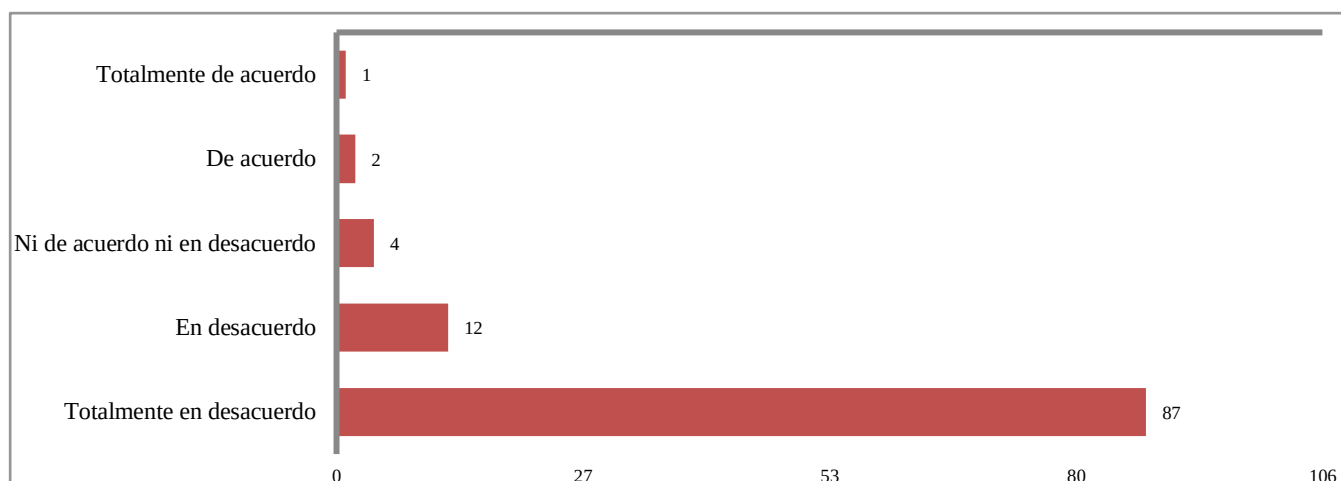


Figura 122. Resultados pregunta 7. Android. ¿Cree que falta algún contenido?. Android. Fuente: propia.

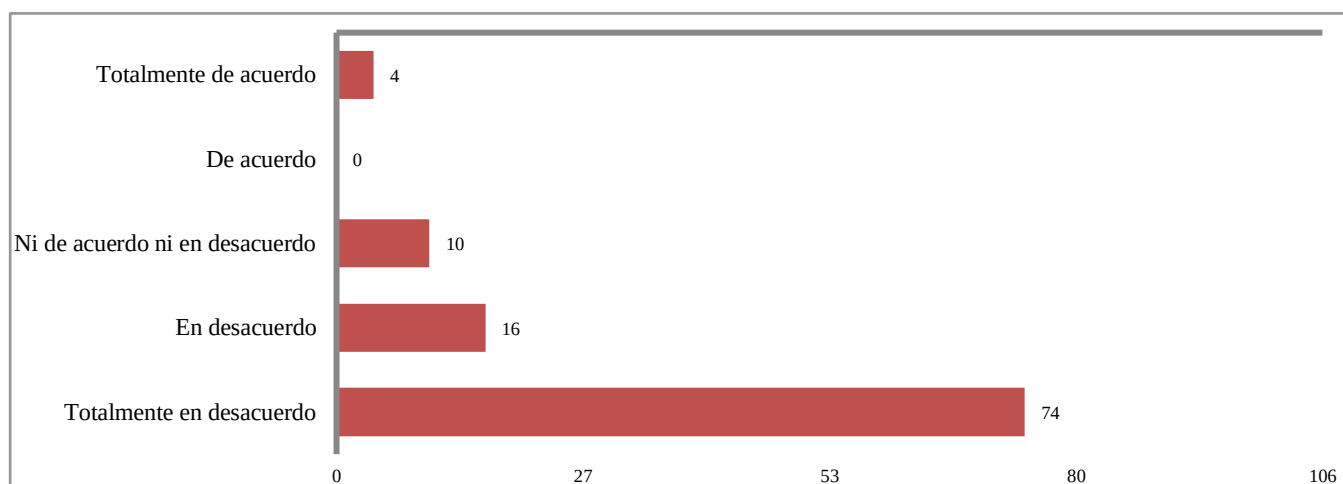


Figura 123. Resultados pregunta 8. ¿Ha encontrado lo que necesitaba?. Android. Fuente: propia.

Posteriormente, se añadió una pregunta anexa: *Con respecto a la anterior pregunta, si cree que falta algún contenido ¿Podría indicarnos cuál?*. A esta pregunta respondieron 4 usuarios (6,8%). En la Tabla 18 se muestran las respuestas de los usuarios a esta pregunta:

Pregunta 8 anexa: Con respecto a la anterior pregunta, si cree que falta algún contenido ¿Podría indicarnos cuál?	
El tratamiento son en todos los casos sea la etiología los mismos. Creo que existen múltiples opciones de compresión terapéutica y que se debe adaptar al paciente, así como múltiples insumos para realizar curas o controlar la carga bacteriana. No he visto la opción de alginato ni del cadexómero, ni de soluciones antimicrobianas.	

Distintas opciones de terapias compresivas
Como diferenciar el tipo de úlceras
Base de dato

Tabla 18. Resultados pregunta anexa 8. Android: ¿Cree que falta algún contenido?. Fuente: propia.

En respuesta al primer comentario expuesto por uno de los usuarios, hay resaltar que efectivamente el arsenal terapéutico es inabarcable y que la aplicación no incorpora todos tipo de sustancias y apósitos. El propósito de la aplicación en la sección de tratamiento, es incorporar fundamentalmente el tratamiento etiológico, y una serie de recomendaciones básicas, para personal que no está muy familiarizado o tiene poca experiencia en el manejo de este tipo de úlceras. El tratamiento etiológico, en muchas ocasiones no se tiene en cuenta y se le da más importancia al tratamiento tópico que a la propia etiología de la úlcera. Por otra parte, la terapia compresiva en las úlceras flebostáticas está bien establecida en las guías clínicas, donde hay suficiente evidencia (Evidencia Clase I Nivel A- Recomendación 70 de la Guía Europea para el manejo de la enfermedad venosa crónica) [83]. Dentro de los vendajes multicapa, existe también una variedad inmensa, UlcerAPP recomienda vendaje compresivo multicapa con tracción corta y tracción larga, aunque efectivamente hay más tipos.

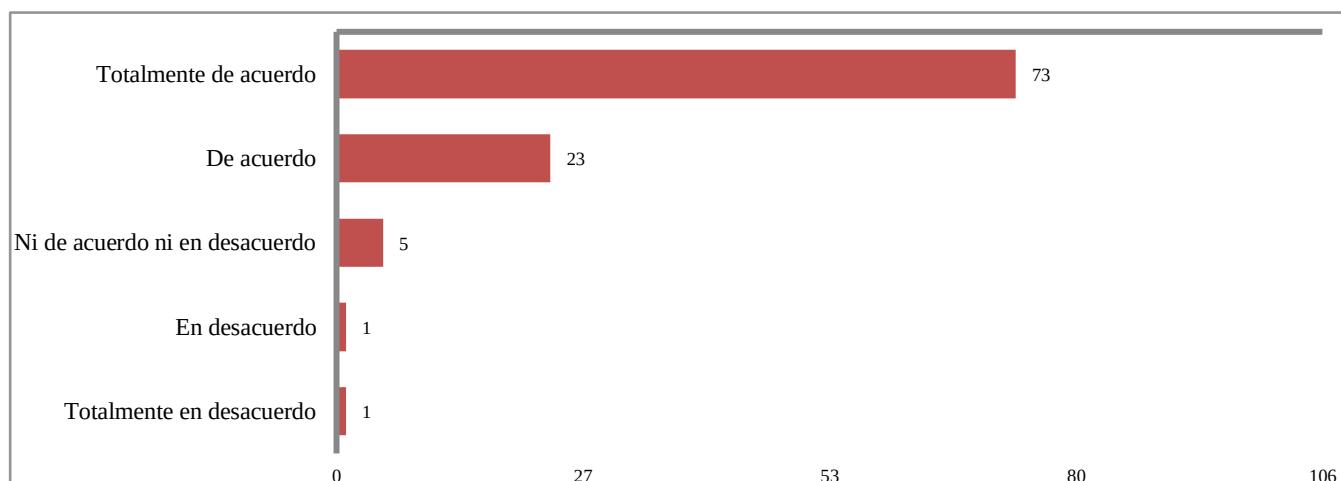


Figura 124. Resultados pregunta 9. Android: ¿Cree que el método tradicional utilizado hasta ahora es más difícil o no existe?. Fuente: propia.

- **Pregunta 10:** *¿La aplicación es útil para el seguimiento de la evolución de la enfermedad?*. El 94,3% (100 de los 106 usuarios) se muestran de acuerdo con esta pregunta (Figura 125). Como se ha descrito en apartados anteriores, UlcerAPP incorpora preguntas en relación con la evolución de la úlcera (reducción del tamaño o ausencia de signos de infección). Dependiendo de la evolución de la misma, el sistema es capaz de recomendar una recomendación de derivación, o bien, recomendar continuar con el tratamiento pautado previamente.

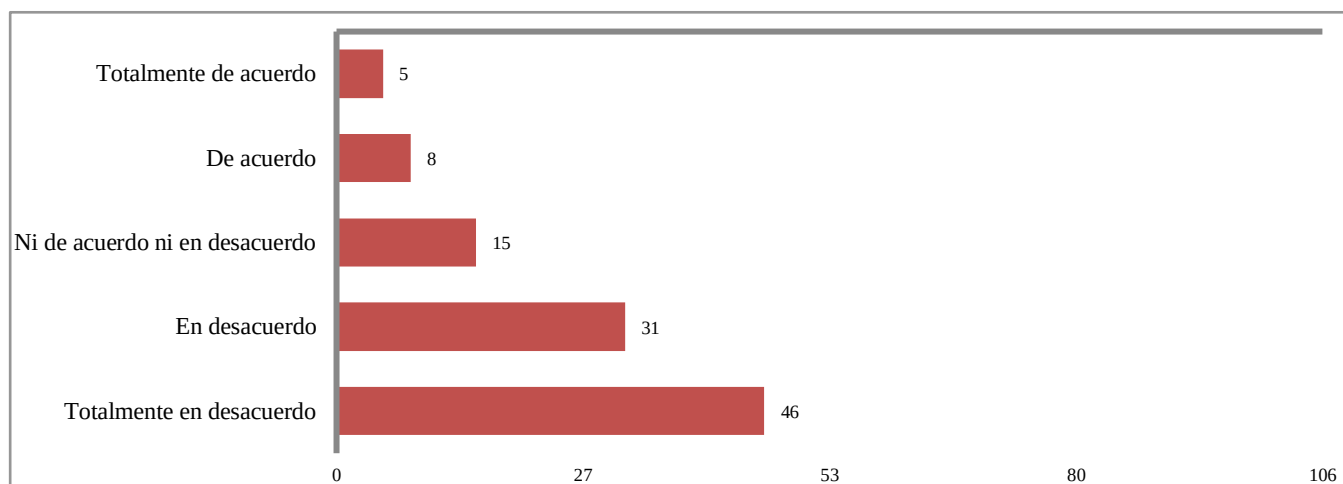


Figura 125. Resultados pregunta 10. Android: ¿La aplicación es útil para el seguimiento de la evolución de la enfermedad?. Fuente: propia.

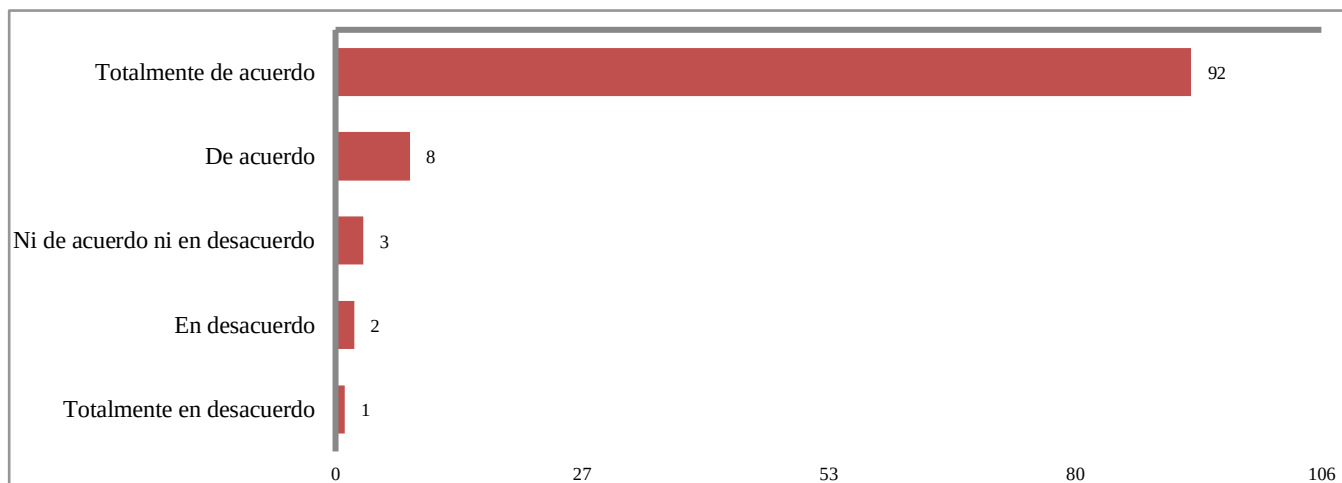


Figura 126. Resultados pregunta 11. Android: ¿Tiene la garantía de utilizar la aplicación en cualquier momento y cualquier lugar?. Fuente: propia.

- **Pregunta 12:** *¿Cree que podría tener un rendimiento más optimizado?*. Solo el 12,6% de los usuarios creen que la aplicación podría tener un rendimiento mas optimizado. La mayoría de

los usuarios está satisfecho con el funcionamiento de la aplicación. En la Figura 127, el 72,6% de los usuarios encuestados no cree que la aplicación deba tener un funcionamiento más optimizado.

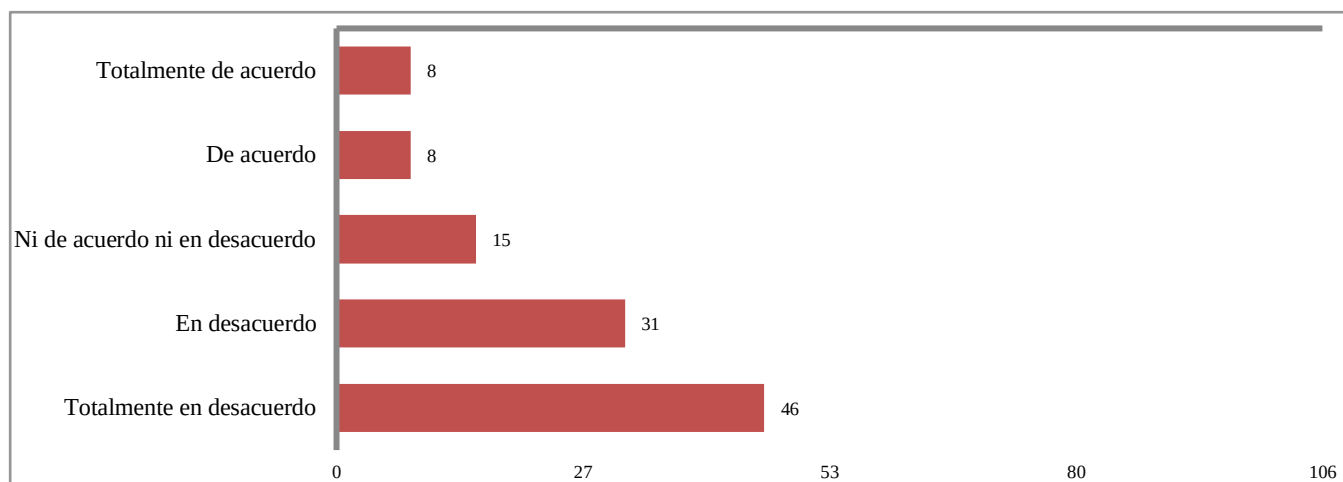


Figura 127. Resultados pregunta 12: ¿Cree que podría tener un rendimiento más optimizado?. Fuente: propia.

- **Pregunta 13:** *¿Ha encontrado algún error mientras utilizaba la aplicación?*. Un pequeño porcentaje de usuarios (8,04%) detectaron errores en el funcionamiento de UlcerAPP (Figura 128). Esto es debido a los múltiples test que se realizaron antes y tras publicar la aplicación en Google Play.

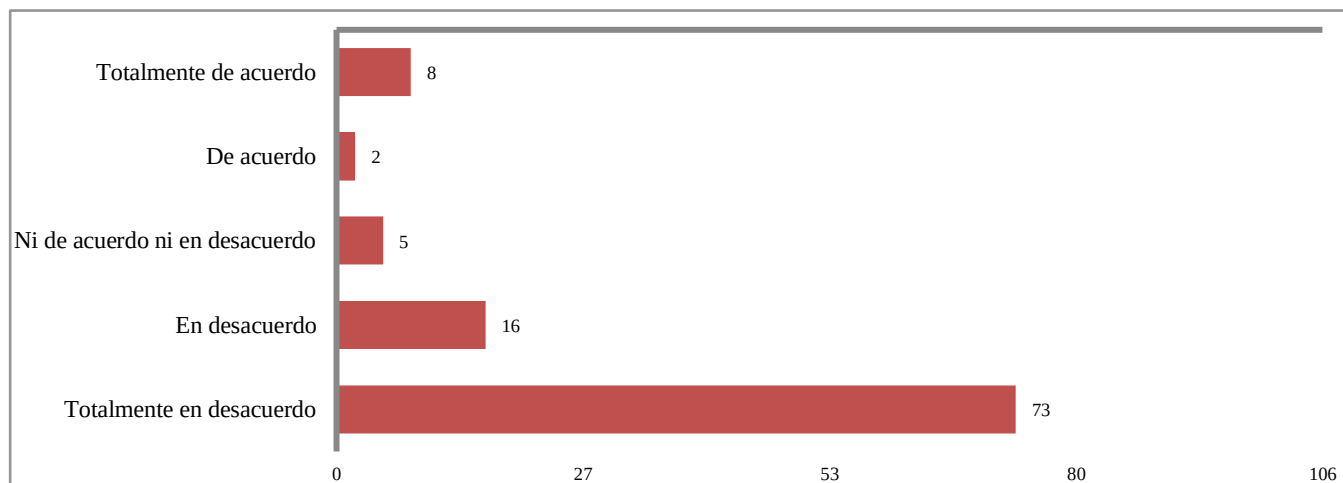


Figura 128. Resultados pregunta 13. Android: ¿Ha encontrado algún error mientras utilizaba la aplicación?. Fuente: propia.

La pregunta 13 anexa: *En caso de encontrar algún error o problema: ¿Podría decirnos cuál?. Se obtuvieron 7 respuestas (6,6%). En la Tabla 19 se muestran las respuesta de los usuarios a esta pregunta:*

Pregunta anexa 13: En caso de encontrar algún error o problema, ¿podría decirnos cuál?
Errata en los tratamientos
No deja dar hacia atrás
En el vendaje compresivo, las letras salen muy separadas
Mejorar mayúsculas y minúsculas
Letra pequeña
No se puede ampliar el cuadro de fármacos venotónicos

Tabla 19. Resultados pregunta anexa 13. Android: En caso de encontrar algún error o problema, ¿podría decirnos cuál?.
Fuente: propia.

- **Pregunta 14:** *¿Encuentra adecuada la apariencia de esta aplicación?.* La apariencia de ambas versiones de la aplicación es distinta. A pesar de eso, los usuarios están satisfechos con un 92,5% de usuarios que están de acuerdo o muy de acuerdo con que la apariencia es adecuada.

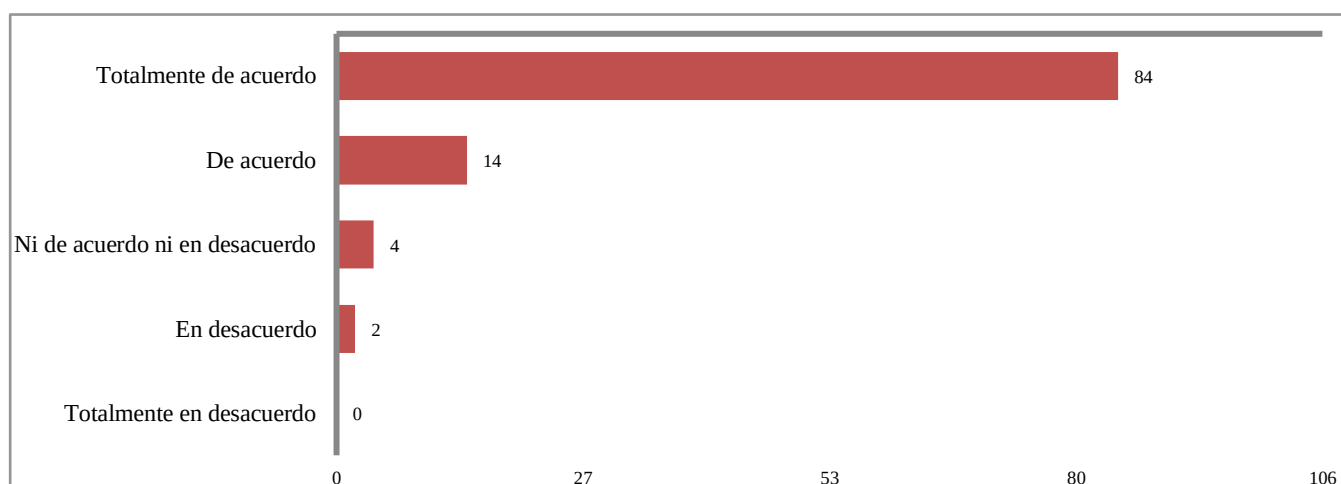


Figura 129. Resultados pregunta 14. Android: ¿Encuentra adecuada la apariencia de esta aplicación?. Fuente: propia.

A la pregunta 14 anexa: *Con respecto a la apariencia o contenido ¿Qué cambiaría o añadiría?.* no se registraron respuestas, sin embargo, la ausencia de respuestas puede interpretarse como un aspecto positivo, ya que los usuarios no sugieren cambios en el aspecto de UlcerAPP.

- **Pregunta 15:** *¿Cree que el método de diagnóstico de esta aplicación es, en general, preciso?*
Con una media obtenida de 4,67, el 92,5% están satisfechos con el algoritmo implementado en UlcerAPP y por tanto creen que el metro diagnóstico es preciso (Figura 130).

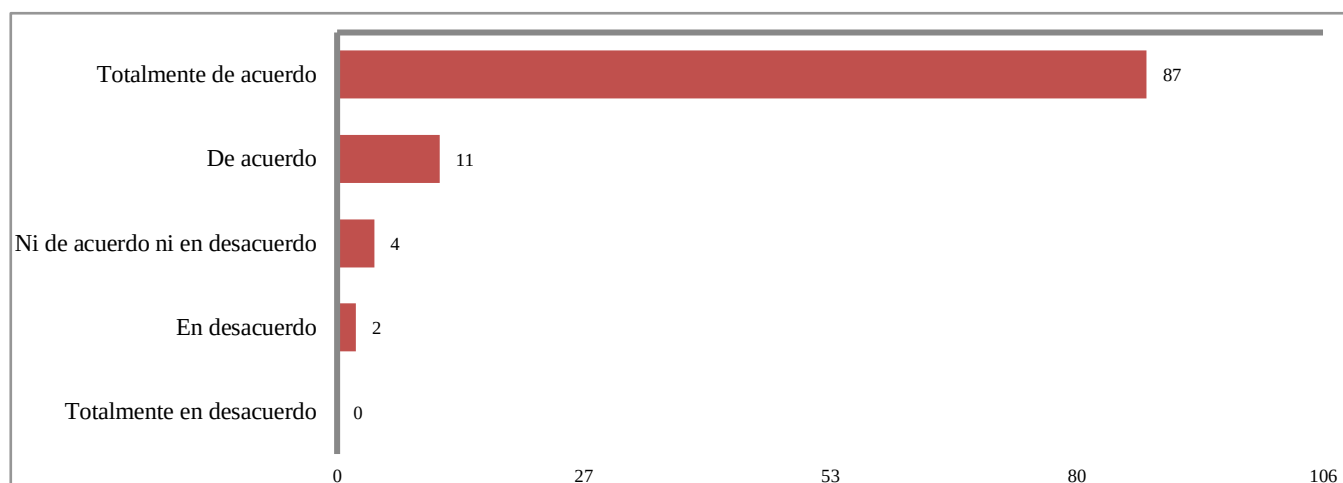


Figura 130. Resultados pregunta 15. Android: ¿Encuentra adecuada la apariencia de esta aplicación?. Fuente: propia.

La participación en la encuesta de usabilidad fue muy alta, con mas de 100 encuestados. Como se refleja en la Tabla 16, las medias obtenidas son muy buenas todos los bloques de preguntas. No podemos destacar un bloque sobre otro, puesto que la alta satisfacción de los usuarios se refleja en todos los bloques de preguntas. Como también se observó en la versión iOS de la aplicación, los usuarios encuestados han apreciado, la calidad de contenido”, facilidad de uso, apariencia y precisión. Por tanto, podemos concluir, atendiendo a los resultados globales de QoE, que UlcerAPP en su versión Android es un SADM útil, práctica y fiable.

5.3.3. Evaluación UlcerAPP Android: Análisis por subgrupos

A continuación, se analizarán los resultados de QoE de UlcerAPP en su versión Android por subgrupos. Al igual que en el análisis de la aplicación en versión iOS, se analizaron los grupos más representados en la encuesta, médicos no especialistas en Angiología y Cirugía Vascular, médicos de AP, enfermería de AP y enfermería hospitalaria. Analizaremos también la participación de los estudiantes de medicina, aunque fue escasa (5 usuarios), tuvieron mayor participación que la versión de Apple.

5.3.3.1. Médicos no especialistas en Angiología y Cirugía Vascular. Android.

Como se mostró en la Figura 115, la participación de médicos no especialistas en ACV fue del 21,7%, un total de 23 encuestados.

Analizando las medias de las preguntas en este subgrupo, se observa que las preguntas que valoran los puntos fuertes de la aplicación han obtenido unas medias muy altas, siendo la media más alta en la pregunta 3: *¿Opina que la información contenida es fiable?* donde existe unanimidad, estando todos muy de acuerdo que la aplicación contiene información fiable. La más baja es la relacionada con la pregunta 5: *¿Su calidad de vida ha mejorado con el uso de esta aplicación?*, obteniendo un 3,74.

Así mismo, las preguntas relacionadas con las carencias o fallos de la aplicación obtuvieron unas medias bajas, siendo la mas alta de 2,09 en la pregunta 12: *¿Cree que podría tener un funcionamiento más optimizado?* Y las más baja, 1,52 en la pregunta 7: *¿Cree que podría tener un funcionamiento más optimizado?.* El total de resultados se muestran en la siguiente tabla:

Preguntas	# de 1	# de 2	# de 3	# de 4	# de 5	Media
P1	0	0	0	3	20	4,87
P2	7	10	5	1	0	2,00
P3	0	0	0	0	23	5,00
P4	0	0	0	2	21	4,91
P5	0	0	5	10	8	3,74
P6	0	0	2	1	20	4,78
P7	16	2	5	0	0	1,52
P8	0	0	2	4	17	4,30

P9	1	1	2	2	17	4,43
P10	0	0	0	4	19	4,83
P11	0	1	1	0	21	4,78
P12	7	11	2	2	1	2,09
P13	17	2	1	3	0	1,57
P14	0	0	0	3	20	4,87
P15	0	0	0	2	21	4,91

Tabla 20. Resultados la QoE de los médicos no especialistas en ACV. Android. Fuente: propia.

A continuación, se analizarán los resultados obtenidos por pregunta.

- **Pregunta 1:** *¿Cumple la función esperada?*. El 100% de los médicos no especialistas en ACV han cumplido sus expectativas de lo que esaban de la aplicación (Figura 131). La media obtenida fue de 4,91.

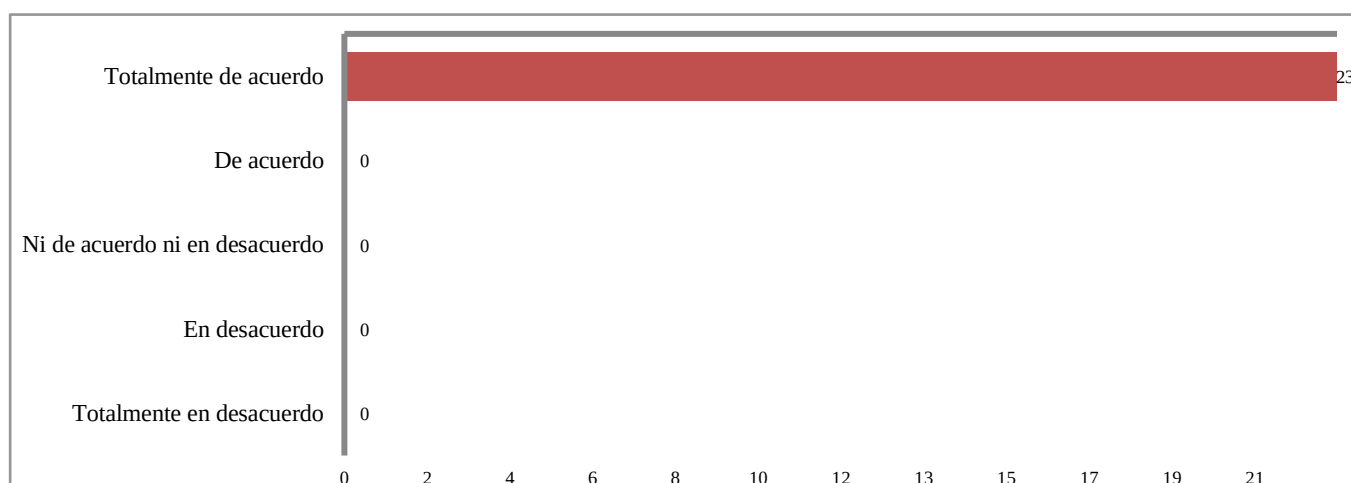


Figura 131. Resultados pregunta 1. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. Android: ¿La aplicación cumple la función esperada?. Fuente: propia.

- **Pregunta 2:** *¿Podría hacer lo mismo sin la aplicación?*. El 73,9% de los usuarios (17 de los 23 usuarios), consideran que no podrían hacer lo mismo sin la utilización de UlcerAPP. Dato

interesante que pone de manifiesta la utilidad de la aplicación, según la opinión de este subgrupo de profesionales.

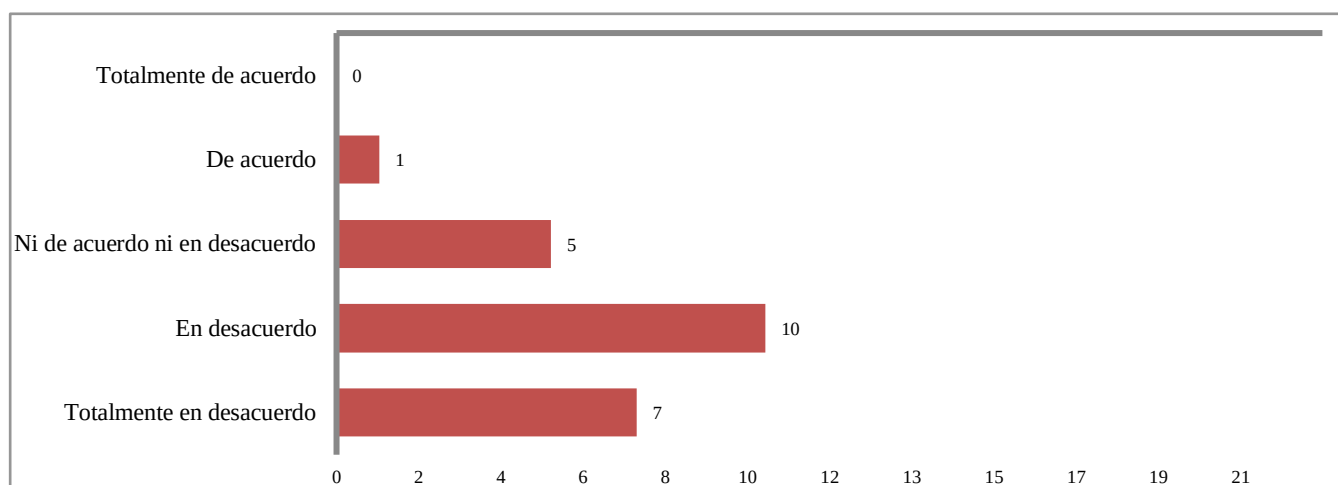


Figura 132. Resultados pregunta 2. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. Android: ¿Podría hacer lo mismo sin la aplicación?. Fuente: propia.

- **Pregunta 3 y 4:** ¿Cree que la información contenida es fiable?, ¿Puede identificar con esta aplicación problemas de salud?. Como muestran las Figuras 133 y 134, el 100% de los usuarios encuestados en este grupo, identifican la aplicación con problemas de salud y creen que la información contenida en UlcerAPP es fiable.

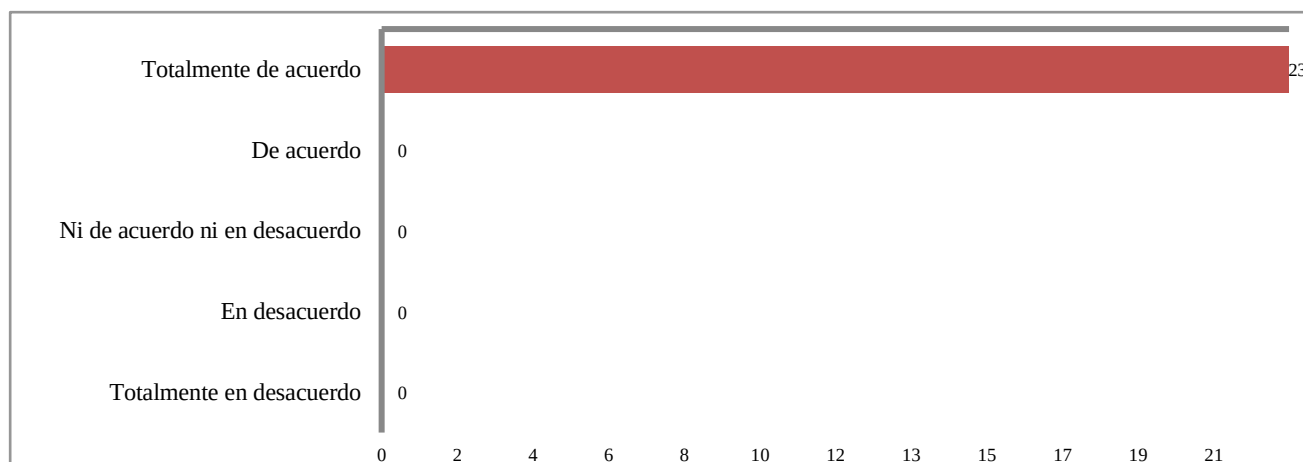


Figura 133. Resultados pregunta 3. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. Android: ¿Cree que la información contenida es fiable?. Fuente: propia.

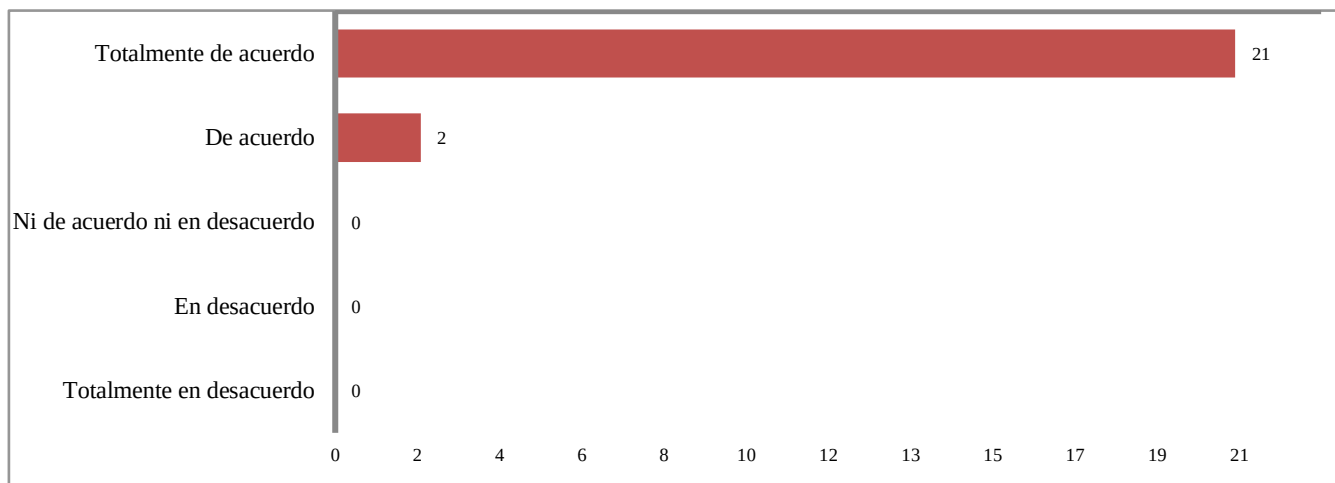


Figura 134. Resultados pregunta 4. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. Android: ¿Puede identificar con esta aplicación problemas de salud?. Fuente: propia.

- **Pregunta 5:** *¿Su calidad de vida ha mejorado con el uso de esta aplicación?*. Es la pregunta donde se ha obtenido una media más baja (3,74). El 80% de los usuarios encuestados, han mejorado su calidad de vida con el uso de UlcerAPP.

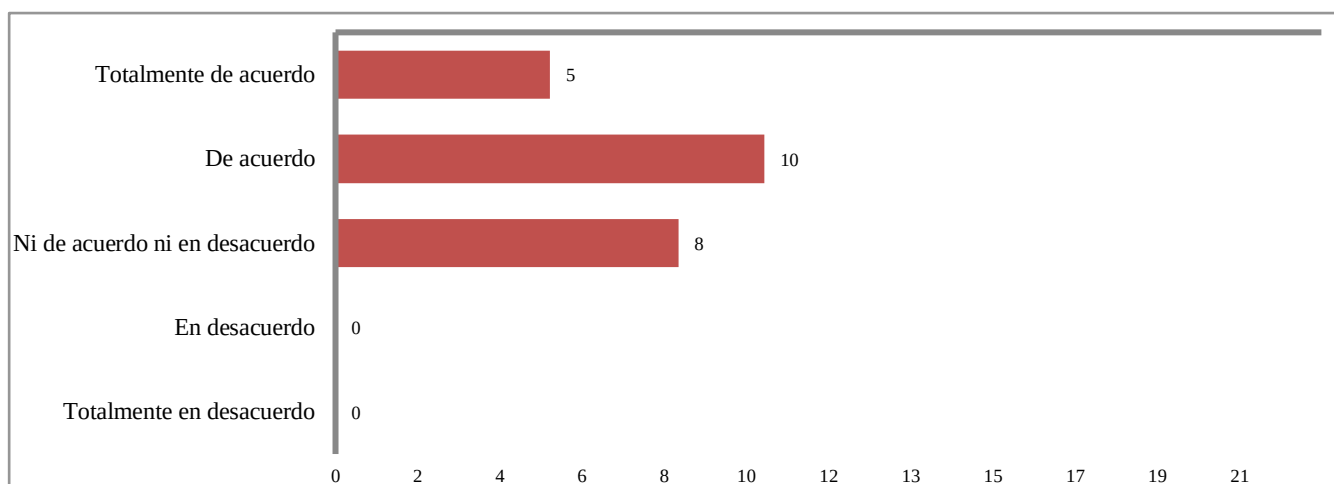


Figura 135. Resultados pregunta 5. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. Android. ¿Su calidad de vida ha mejorado con el uso de esta aplicación?. Fuente: propia.

- **Pregunta 6,7 y 8:** *¿Hay algún contenido de la misma que ha encontrado realmente útil?, ¿Cree que falta algún contenido?, ¿Ha encontrado los que necesitaba?*. Estas preguntas correspondientes a los bloques de “calidad del contenido” y “facilidad de uso” han contado con una valoración muy satisfactoria por parte de los usuarios. Más del 80% de los usuarios cree que la aplicación contiene información útil, encontrando lo que necesitaba y no cree que falta algún contenido que no debería. Los resultados por pregunta se muestran en las siguientes figuras (Figuras 136, 137 y 138).

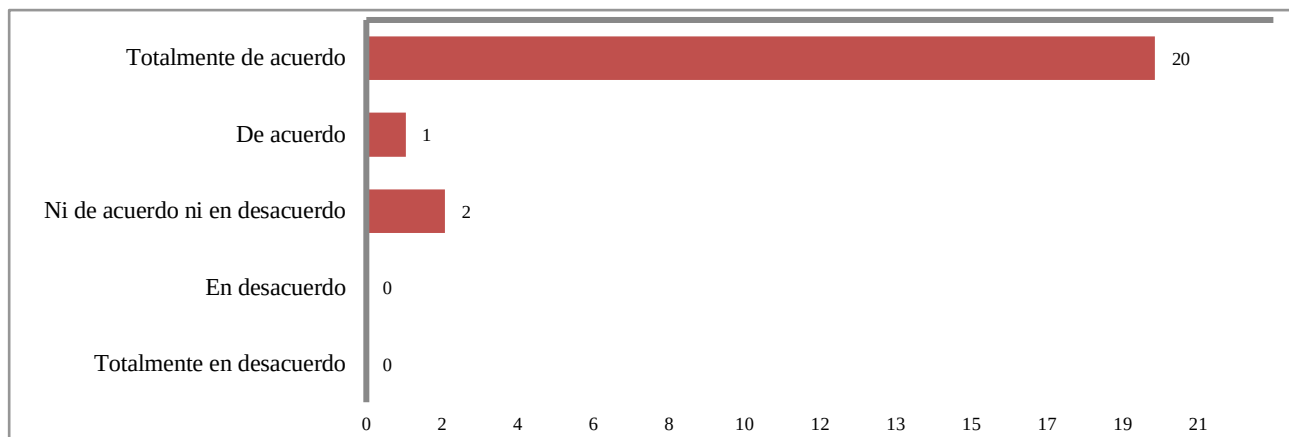


Figura 136. Resultados pregunta 6. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. Android: ¿Hay algún contenido de la misma que ha encontrado realmente útil?. Fuente: propia.

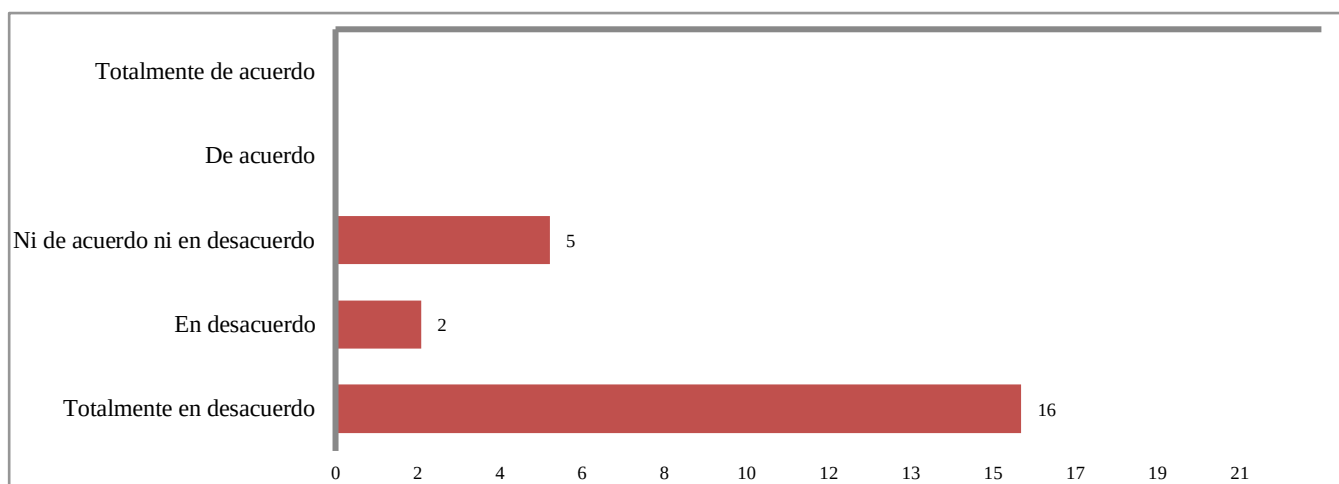


Figura 137. Resultados pregunta 7. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. Android: ¿Cree que falta algún contenido?. Fuente: propia.

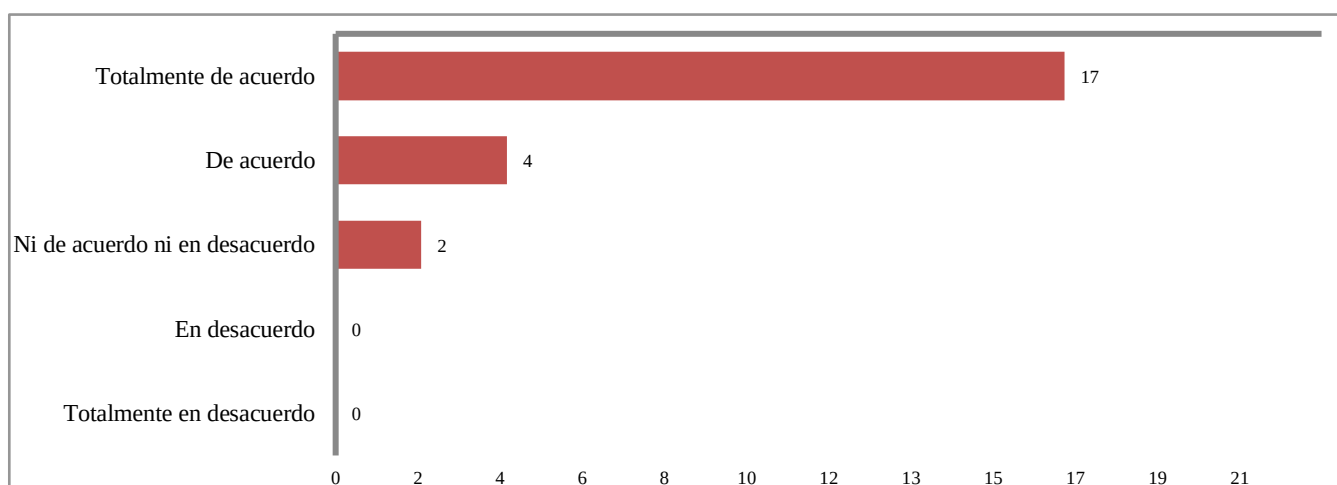


Figura 138. Resultados pregunta 8. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. Android: ¿Ha encontrado lo que necesitaba?. Fuente: propia.

- **Pregunta 9:** *¿Cree que el método tradicional utilizado hasta ahora es más difícil o no existe?.*
El 82,6% (19 de los 23 usuarios de este grupo) muestra estar de acuerdo o muy de acuerdo con esta cuestión (Figura 139).

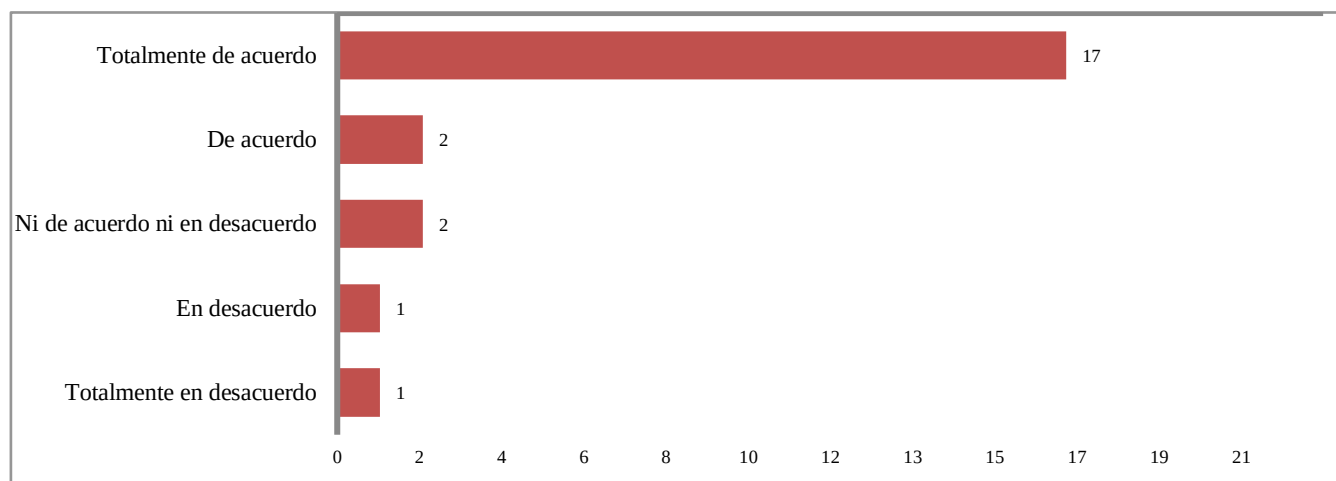


Figura 139. Resultados pregunta 9. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. Android: ¿Cree que el método tradicional utilizado hasta ahora es más difícil o no existe?. Fuente: propia.

- **Pregunta 10:** *¿La aplicación es útil para el seguimiento de la evolución de la enfermedad?.*
El 100% de los usuarios muestran su acuerdo con que UlcerAPP es útil o muy útil para el seguimiento de la enfermedad. (Figura 140).

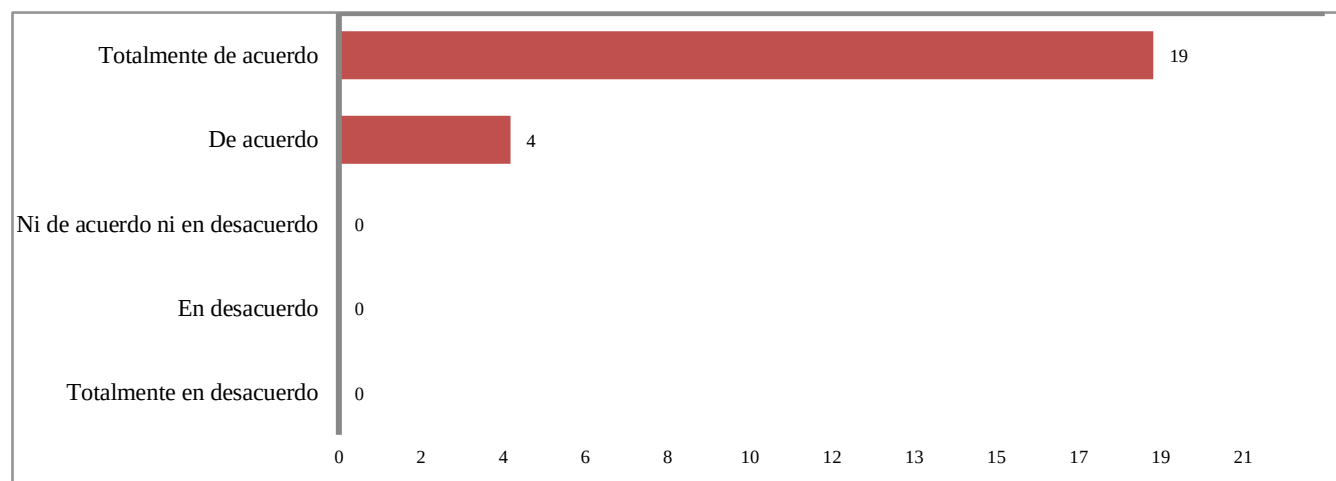


Figura 140. Resultados pregunta 10. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. Android: ¿La aplicación es útil para el seguimiento de la evolución de la enfermedad?. Fuente: propia.

- **Pregunta 11:** *¿Tiene la garantía de utilizar la aplicación en cualquier momento y cualquier lugar?.* 21 de los 23 participantes en la encuesta de usabilidad muestran confirman que tienen la garantía de poder utilizar la aplicación en cualquier momento y lugar (Figura 141)

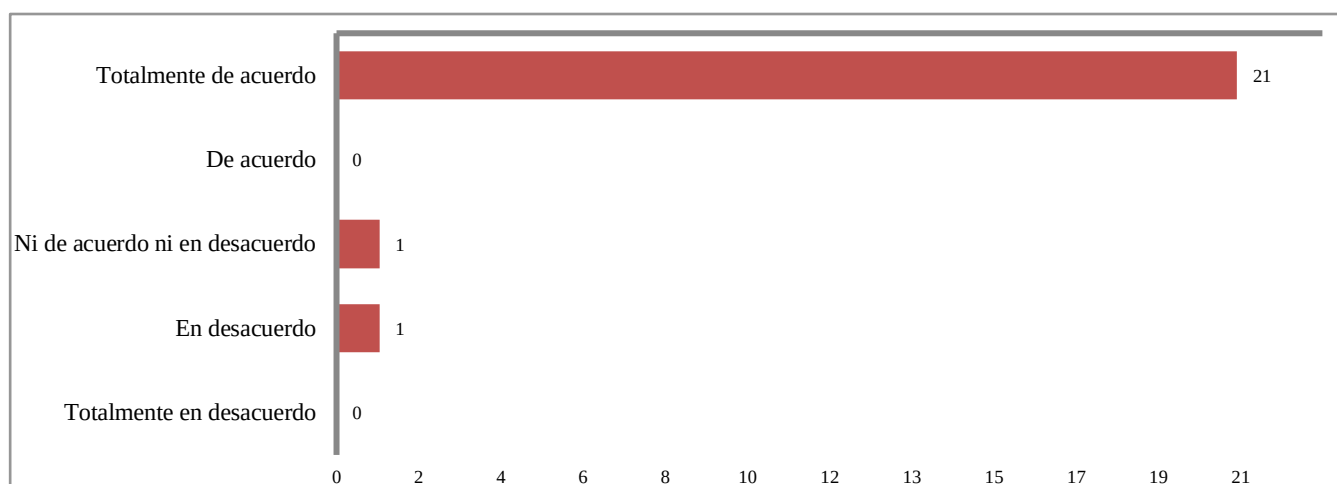


Figura 141. Resultados pregunta 11. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. Android ¿Tiene la garantía de utilizar la aplicación en cualquier momento y cualquier lugar?. Fuente: propia.

- **Pregunta 12 y 13:** *¿Cree que podría tener un rendimiento más optimizado?, ¿Ha encontrado algún error mientras utilizaba la aplicación?.* Estas preguntas pertenecientes al bloque de “Funcionamiento”, se traducen en un buen rendimiento de la aplicación, ya que solo el 13% de los usuarios opinan que la aplicación debería tener un rendimiento mas optimizado (Figura 142). Por otro lado, como muestra el análisis de otros subgrupos, un pequeño porcentaje de usuarios han detectado errores en la aplicación (Figura 143).

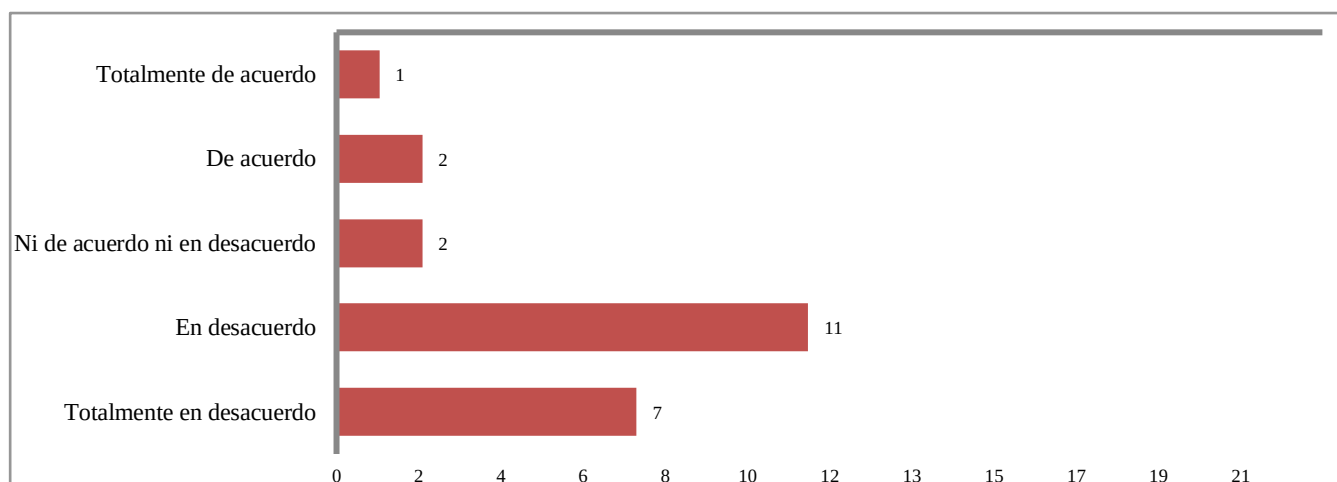


Figura 142. Resultados pregunta 12. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. Android: ¿Cree que podría tener un rendimiento más optimizado?. Fuente: propia.

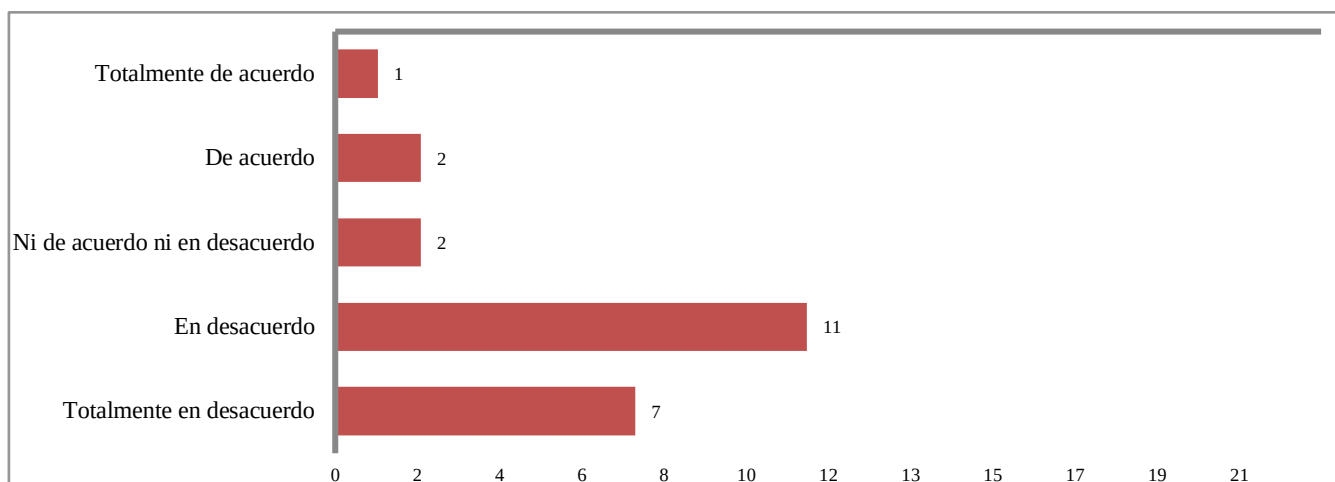


Figura 143. Resultados pregunta 13. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. Android: ¿Ha encontrado algún error mientras utilizaba la aplicación?. Fuente: propia.

- **Pregunta 14 y 15:** *¿Encuentra adecuada la apariencia de esta aplicación?, ¿Cree que el método de diagnóstico de esta aplicación es, en general, preciso?.* Con respecto al bloque de “Apariencia” y “Eficacia”, las respuestas arrojan resultados muy buenos con respecto a estas dos preguntas. El 100 % de los usuarios encuentran adecuada la apariencia de la aplicación y creen que el método diagnóstico es preciso (Figura 144 y 145).

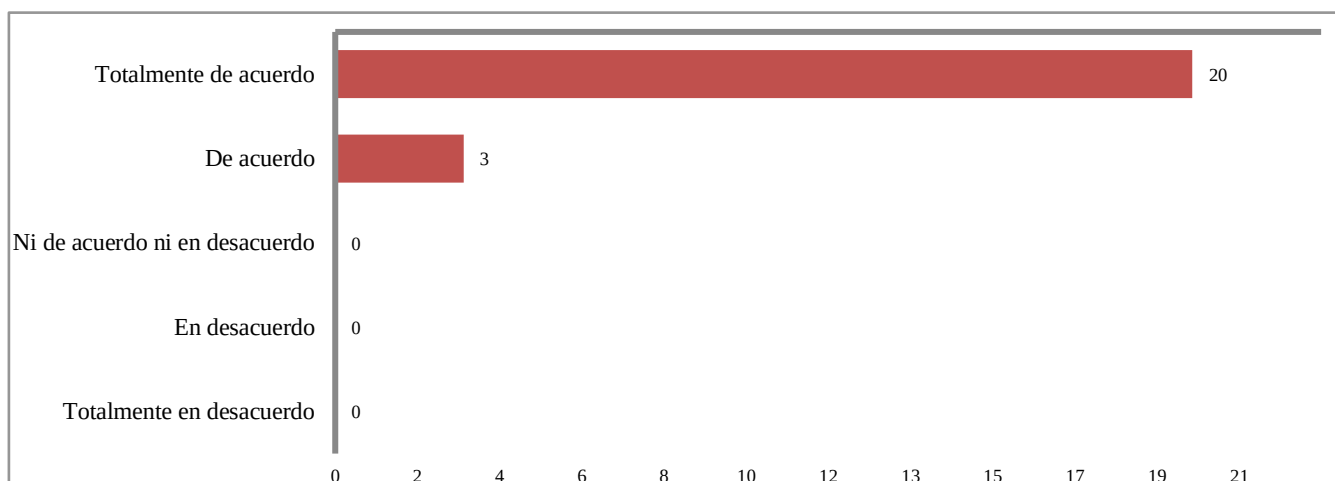


Figura 144. Resultados pregunta 14. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. Android: ¿Encuentra adecuada la apariencia de esta aplicación?. Fuente: propia.

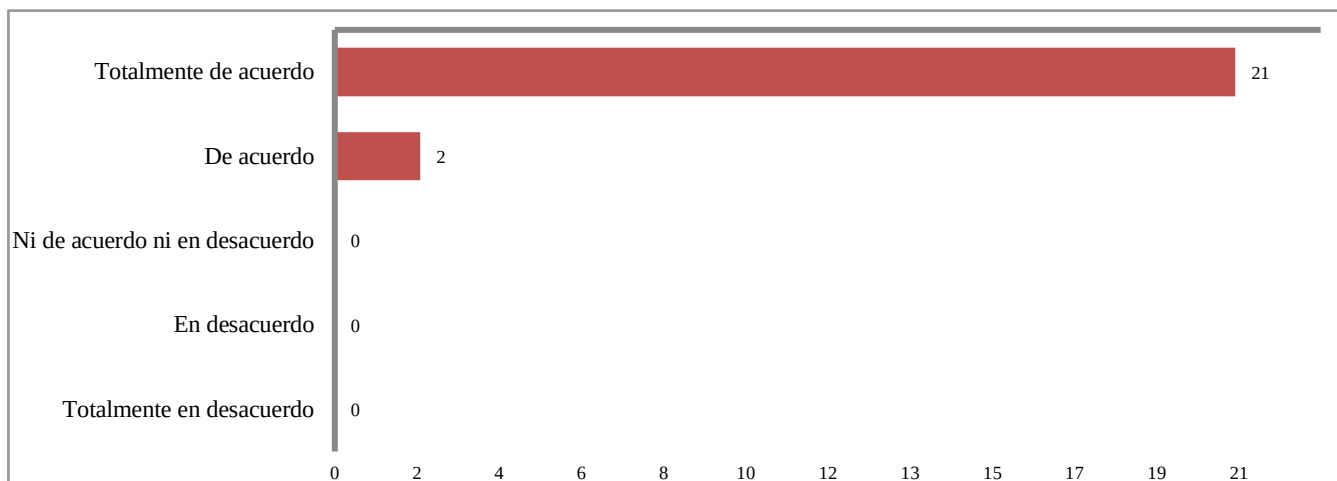


Figura 145. Resultados pregunta 15. Subgrupo médicos no especialistas en ACV. Android: ¿Cree que el método de diagnóstico de esta aplicación es, en general, preciso?. Fuente: propia.

Para los médicos no especialistas en ACV que han utilizado y participado en la encuesta de usabilidad, UlcerAPP se trata de un SADM con un contenido completo y de calidad, útil con un funcionamiento con un rendimiento optimizado y sobretodo con un método diagnóstico preciso. La apariencia, el aspecto visual de la aplicación, fue bien valorada por todos los usuarios encuestados.

5.3.3.2. Médicos de Atención Primaria. Android.

Participaron 25 médicos de AP. (23,6%), una representatividad similar al resto de grupos evaluados (Figura 115). A continuación, se muestra en la Tabla 20 los resultados obtenidos y que posteriormente se analizarán con mayor detalle.

Preguntas	# de 1	# de 2	# de 3	# de 4	# de 5	Media
P1	0	0	1	4	20	4,76
P2	5	12	7	1	0	2,16
P3	0	0	0	3	22	4,88
P4	0	0	0	1	24	4,96
P5	0	2	5	15	3	3,76

P6	0	0	0	1	24	4,96
P7	19	3	2	0	1	1,44
P8	0	0	1	2	22	4,84
P9	0	0	1	7	17	4,64
P10	0	0	0	1	24	4,96
P11	0	0	0	2	23	4,92
P12	12	9	3	1	0	1,72
P13	18	6	1	0	0	1,32
P14	0	1	1	1	22	4,76
P15	0	0	1	1	23	4,88

Tabla 21. Resultados la QoE de los médicos de AP. Android. Fuente: propia.

Como muestra la Tabla 20, se han obtenido unas medias muy altas, en los aspectos positivos de la aplicación. Las medias más altas corresponden con la preguntas 4: *aplicación es útil para el seguimiento de la evolución de la enfermedad?* (4,96). Por otro lado, con una media de 1,44 en la pregunta 7: *¿Cree que falta algún contenido que no debería?* y 1,32 en la pregunta 13: *¿Ha encontrado algún error mientras utilizaba la aplicación?* son las medias más bajas obtenidas en las preguntas referentes a las debilidades o fallos en la aplicación.

A continuación, se analizarán los resultados específicos de cada una de las preguntas.

Las resultados de los médicos de AP participantes en la encuesta de usabilidad, como se vio en las medias descritas previamente, son excelentes en todos los bloques: calidad del contenido, la funcionalidad, utilidad, apariencia y precisión de UlcerAPP.

En el bloque de “Calidad del contenido”, la mayoría de los encuestados (96%) aseguran que UlcerAPP, realiza la función que se esperaban (Figura 146).

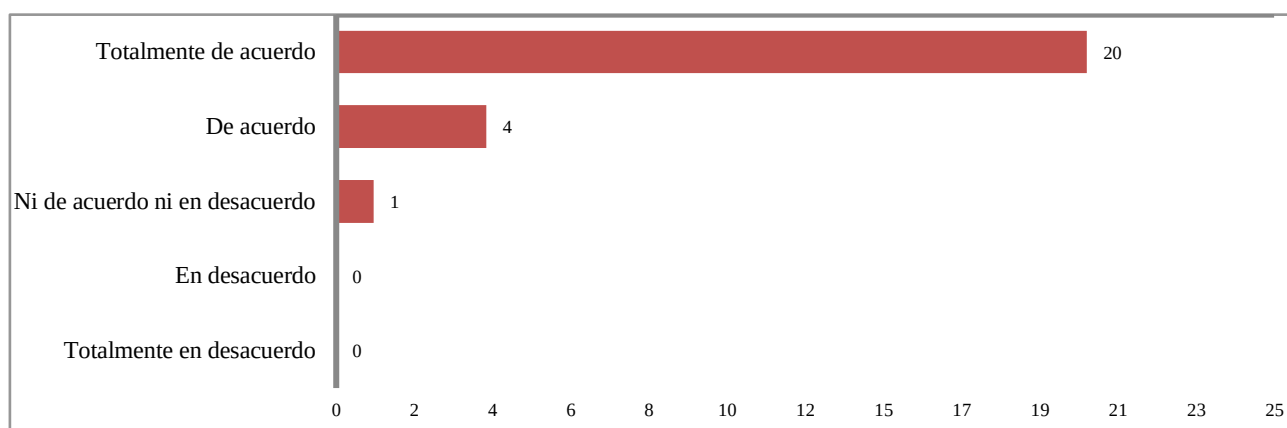


Figura 146. Resultados pregunta 1. Subgrupo médicos de AP. Android: ¿La aplicación hace la función esperada?.
Fuente: propia.

Con respecto a la mejora de la calidad de vida con el uso de la aplicación (pregunta 5), el 72% está de acuerdo o muy de acuerdo con este aspecto (Figuras 147). Además, la fiabilidad de la información contenida en UlcerAPP por parte de los médicos de AP, fue valorada muy positivamente, ya que todos los usuarios de este grupo está de acuerdo o muy de acuerdo en que la información contenida en UlcerAPP es muy fiable (Figura 148).

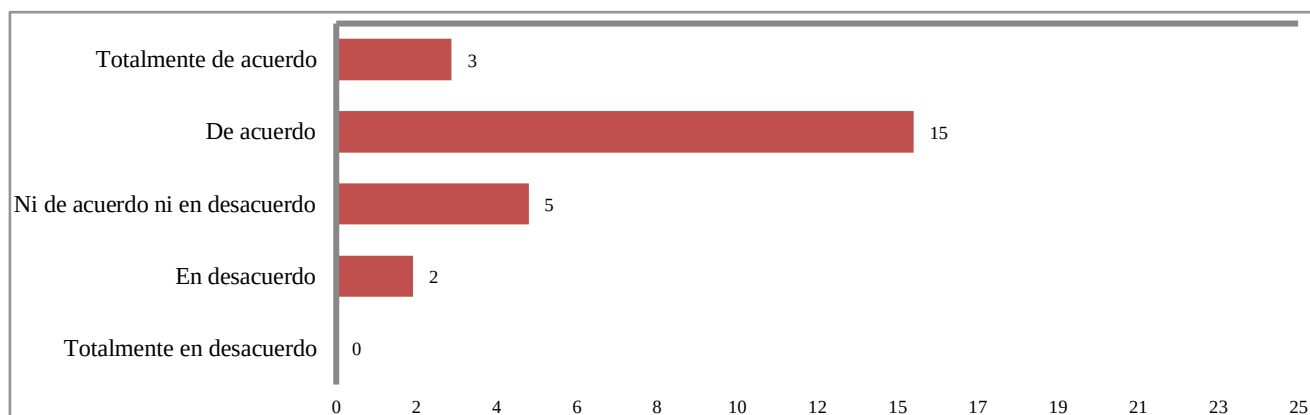


Figura 147. Resultados pregunta 5. Subgrupo médicos de AP. Android: ¿Su calidad de vida ha mejorado con el uso de esta aplicación?. Fuente: propia.

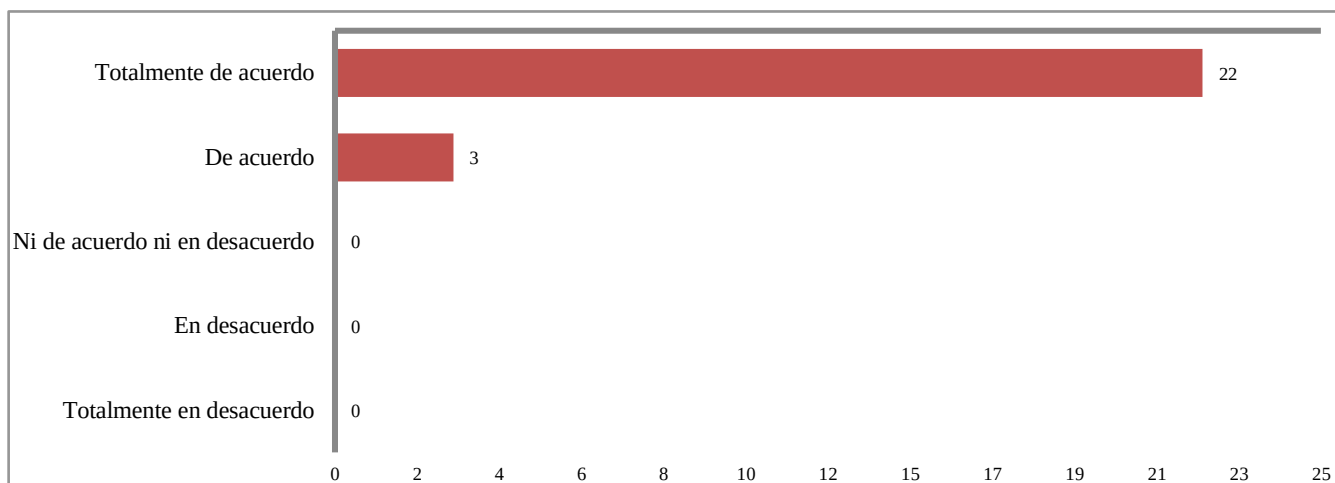


Figura 148. Resultados pregunta 3. Subgrupo médicos de AP. Android: ¿Opina que la información contenida es fiable?. Fuente: propia.

En el bloque “Facilidad de Uso”, preguntas 8: *¿Ha encontrado lo que necesitaba?*, la mayoría encontraron lo que buscaban en la aplicación, lo cual muestra la facilidad de uso de la aplicación (Figura 149).

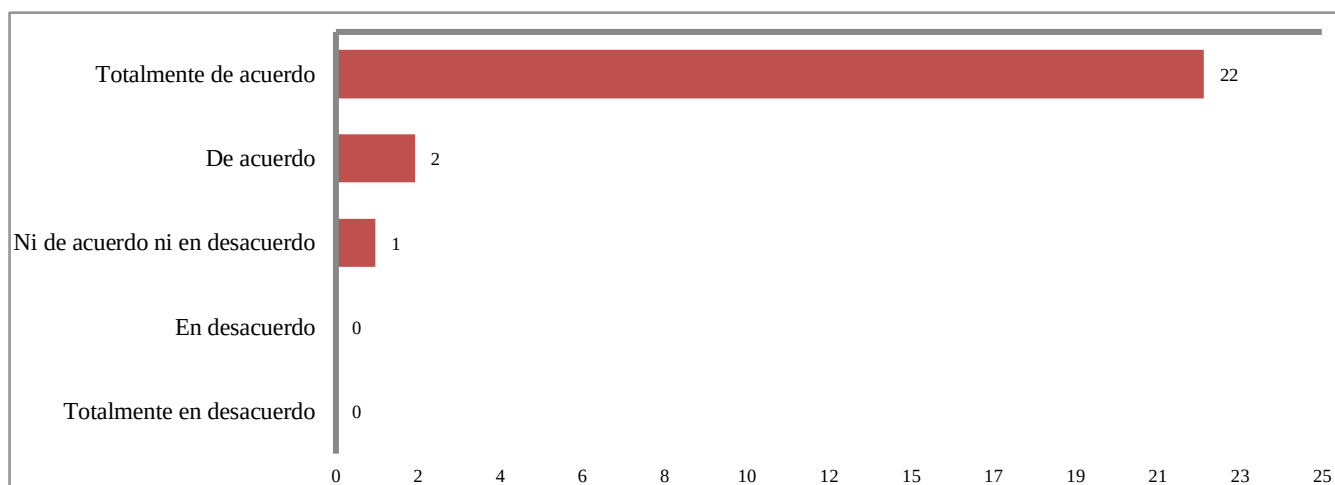


Figura 149. Resultados pregunta 8. Subgrupo médicos de AP. Android: ¿Ha encontrado lo que necesitaba?. Fuente: propia.

Al ser preguntados si el método tradicional es más difícil o no existe, pregunta 9, 24 de los 25 usuarios de este grupo (96%) está de acuerdo o muy de acuerdo con esta cuestión (Figura 150).

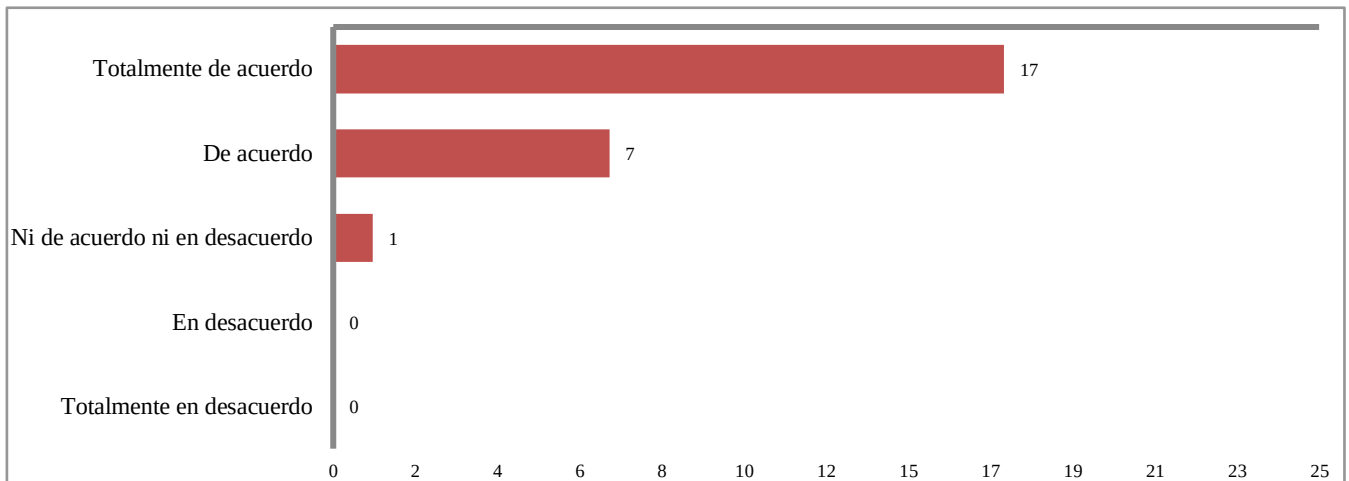


Figura 150. Resultados pregunta 9. Subgrupo médicos de AP. Android: ¿Cree que el método tradicional utilizado hasta ahora es más difícil o no existe?. Fuente: propia.

Dentro del bloque “Funcionamiento”, en lo que respecta al rendimiento de la aplicación, un escaso numero de usuarios opinan que la aplicación debería tener un rendimiento más optimizado (1/25, 4%) (Figura 151).

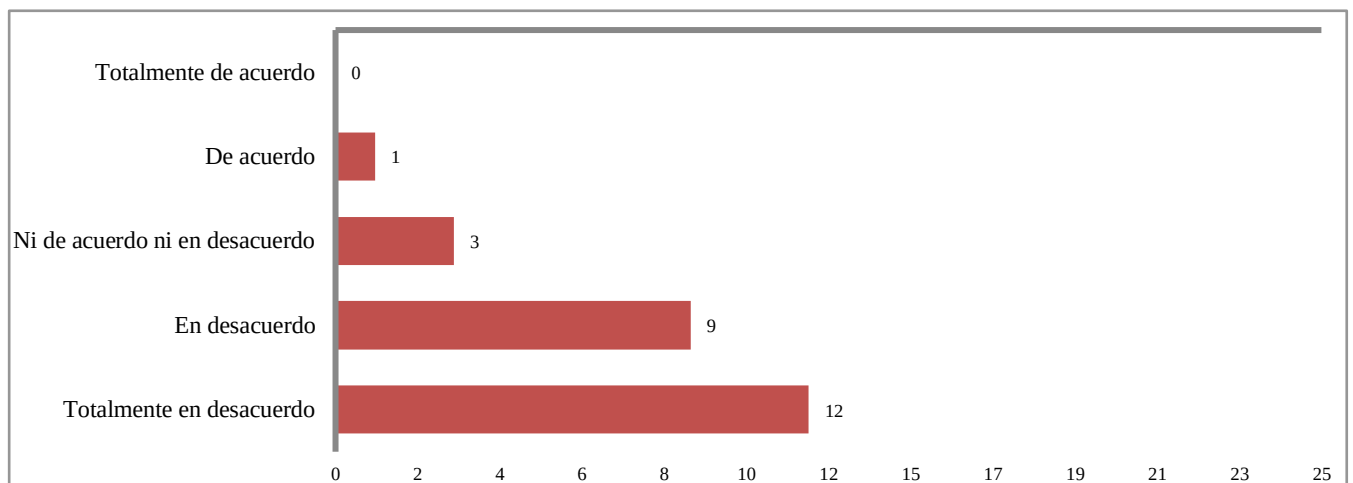


Figura 151. Resultados pregunta 12. Subgrupo médicos de AP. Android: ¿Cree que podría tener un rendimiento más optimizado?. Fuente: propia.

La apariencia y fiabilidad del método diagnóstico obtuvieron una excelente acogida por parte de los usuarios (Figura 152 y 153).

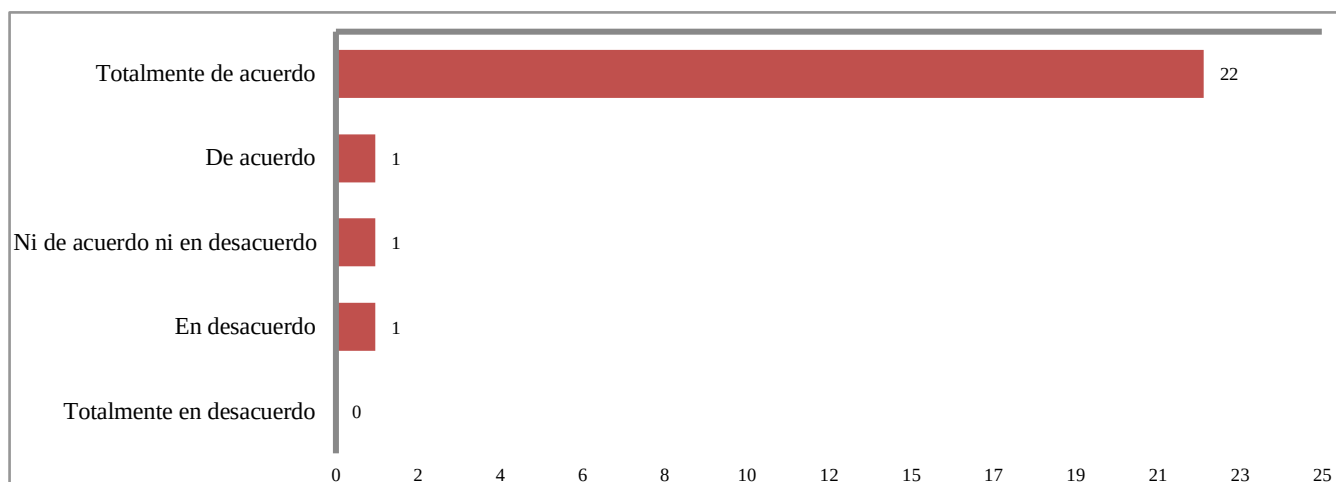


Figura 152. Resultados pregunta 14. Subgrupo médicos de AP. Android: Encuentra adecuada la apariencia de esta aplicación?. Fuente: propia.

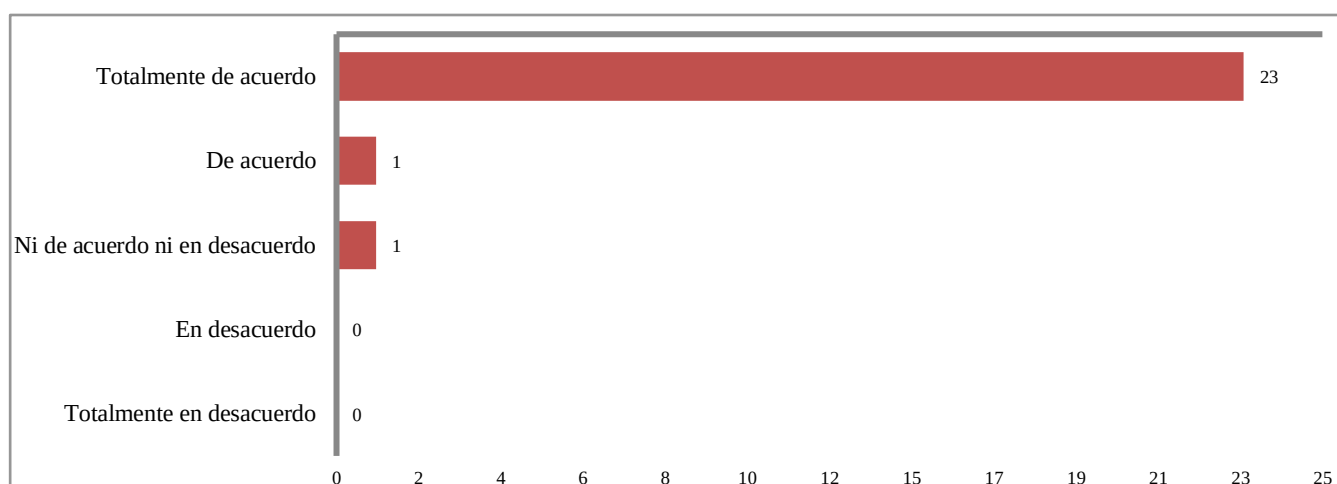


Figura 153. Resultados pregunta 15. Subgrupo médicos de AP. Android: ¿Cree que el método de diagnóstico de esta aplicación es, en general, preciso?. Fuente: propia.

Concluimos el grupo de médicos de AP, se han obtenido unos resultados excelentes en todos los grupos de preguntas, confirmando los hallazgos descritos en apartados anteriores.

5.3.3.3. Enfermería de Atención Primaria

La participación de enfermeros de AP fue del 24,5% de total de encuestados, 26 participantes. Es el grupo con mayor participación en la evaluación de UlcerAPP en la versión Android (Figura 115).

A continuación, se muestra en la Tabla 21, los resultados obtenidos en cada pregunta con su media correspondiente.

Preguntas	# de 1	# de 2	# de 3	# de 4	# de 5	Media
P1	1	0	3	3	19	4,50
P2	5	7	8	4	2	2,77
P3	1	0	3	2	20	4,54
P4	0	1	1	3	21	4,69
P5	0	4	8	12	2	3,57
P6	0	1	2	5	18	4,54
P7	17	4	4	0	1	1,61
P8	0	1	2	4	19	4,81
P9	1	0	1	4	20	4,62
P10	1	0	0	4	21	4,69
P11	0	0	1	2	23	4,85
P12	7	11	2	2	1	1,62
P13	15	4	3	0	4	2,58
P14	0	1	1	5	19	4,57
P15	0	1	2	4	19	4,58

Tabla 22. Resultados la QoE de enfermería de AP. Android. Fuente: propia.

La mejor media fue alcanzada por la pregunta fue la pregunta 8: *¿Ha encontrado lo que necesitaba?*, con una puntuación de 4,81, seguida por la pregunta 4 y 10: *¿Puedes relacionar problemas de salud al uso de esta aplicación?* y *¿Esta aplicación es útil para el seguimiento de la evolución de la enfermedad?*, con una media de 4,69. La más baja es la relacionada con la pregunta 5: *¿Su calidad de vida ha mejorado con el uso de esta aplicación?*, obteniendo un 3,74, resultado que se repite en el resto de grupos. Con respecto a las preguntas que evaluaban aspectos negativos o errores en la aplicación, la media más baja la obtuvo la pregunta 7 y 12: *¿Cree que falta algún contenido que no debería?* y *¿Cree que podría tener un funcionamiento más optimizado?*, con puntuaciones de 1,61 y 1,62 respectivamente.

En adelante, se analizarán los resultados obtenidos por preguntas.

- **Pregunta 1:** *¿Cumple la función esperada?*. El 84,6% de los enfermeros han cumplido sus expectativas de lo que esperaban de la aplicación (Figura 154). La media obtenida fue de 4,50. Es un resultado interesante, puesto que unos de los usuarios potenciales de UlcerAPP, son los enfermeros de atención primaria.

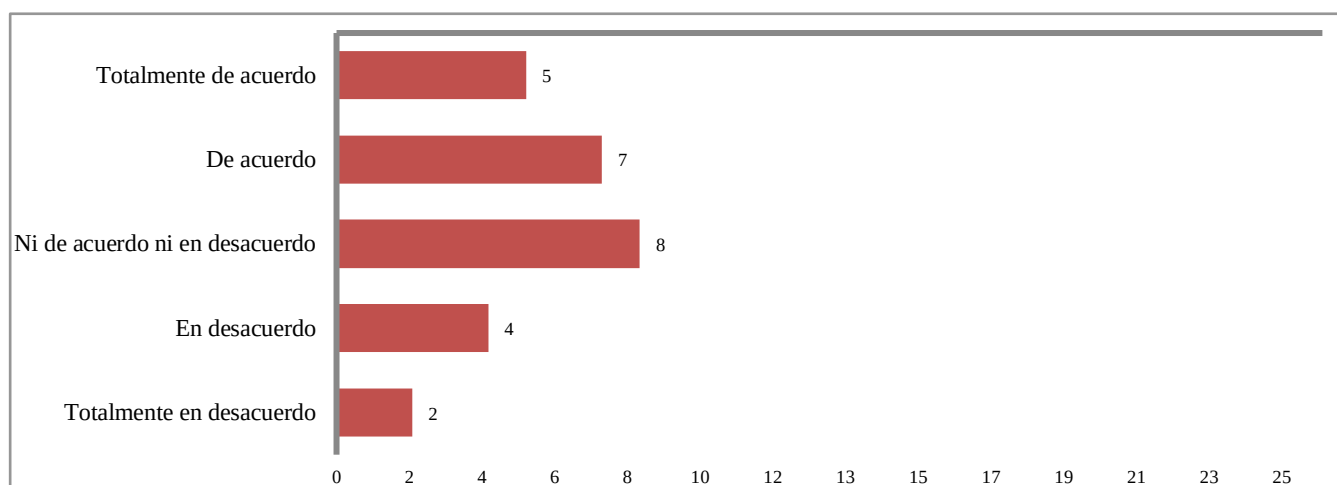


Figura 154. Resultados pregunta 1. Subgrupo enfermería de AP. Android: ¿La aplicación cumple la función esperada?. Fuente: propia.

- **Pregunta 2:** *¿Podría hacer lo mismo sin la aplicación?*. El 46,2% de los usuarios (17 de los 26 usuarios), consideran que no podrían hacer lo mismo sin la utilización de UlcerAPP, 8 encuestados no están de acuerdo ni en desacuerdo con esta pregunta y el 23,1% si que podría hacer la función sin la aplicación. Llama la atención, este resultado en contraposición de los resultados obtenidos por médicos no especialistas en ACV y médicos de AP, lo cual se podría deducir que este tienen grupo, podría tener más experiencia o podrían estar más formados en el

diagnóstico y tratamiento de las úlceras de etiología vascular.

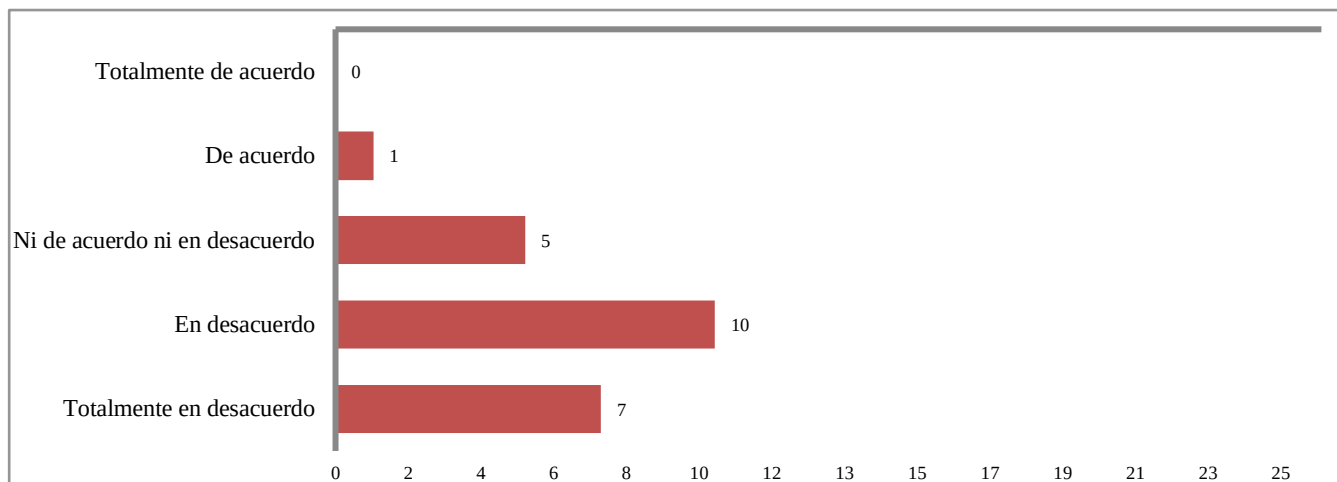


Figura 155. Resultados pregunta 2. Subgrupo enfermería de AP. Android: ¿Podría hacer lo mismo sin la aplicación?. Fuente: propia.

- **Pregunta 3 y 4:** *¿Cree que la información contenida es fiable?, ¿Puede identificar con esta aplicación problemas de salud?.* Un gran porcentaje de usuarios (84,6% y 92,3% respectivamente), identifican la aplicación con problemas de salud y consideran que UlcerAPP contiene información fiable (Figura 156-157).

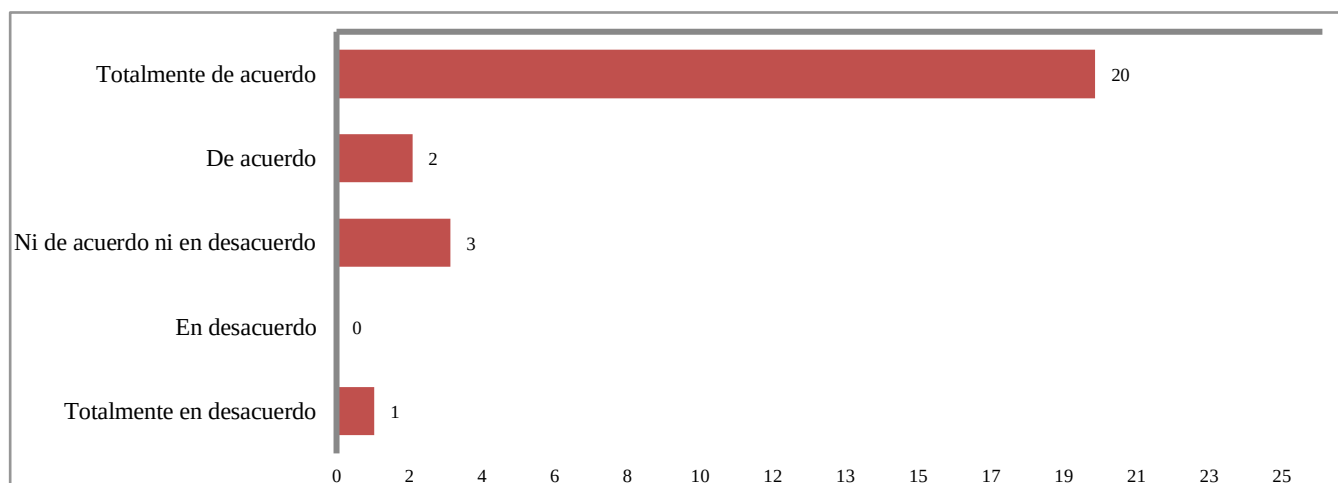


Figura 156. Resultados pregunta 3. Subgrupo enfermería de AP. Android: ¿Cree que la información contenida es fiable?. Fuente: propia.

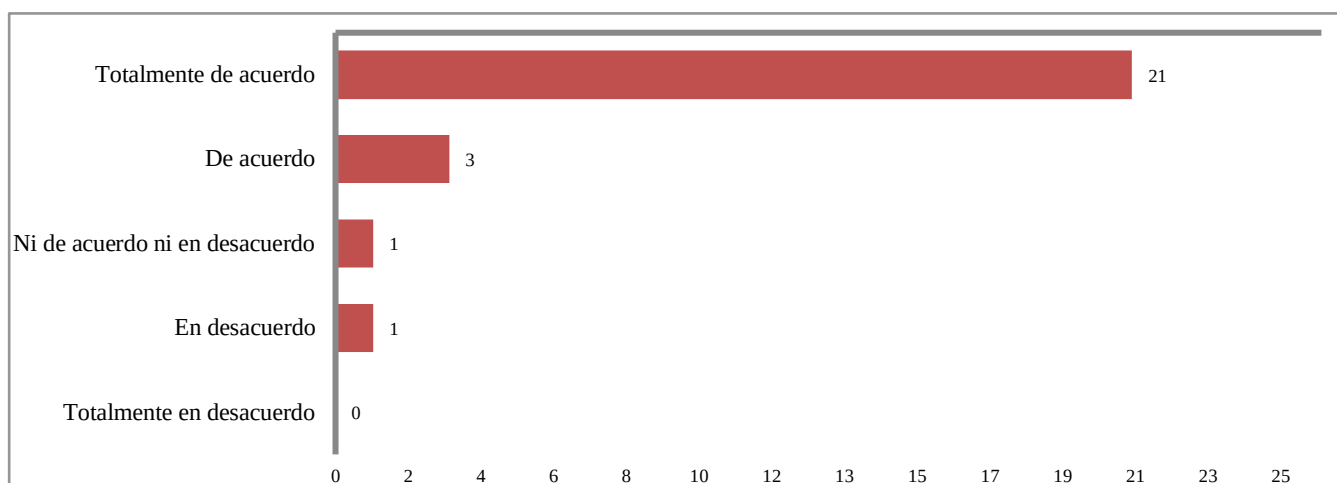


Figura 157. Resultados pregunta 4. Subgrupo enfermería de AP. Android: ¿Puede identificar con esta aplicación problemas de salud?. Fuente: propia.

- **Pregunta 5:** *¿Su calidad de vida ha mejorado con el uso de esta aplicación?*. Los resultados obtenidos son similares a los grupos anteriormente analizados. Con una media de 3,57, es la pregunta que ha obtenido una media más baja (3,74). El 53,8% consideran que han mejorado su calidad de vida con el uso de UlcerAPP.

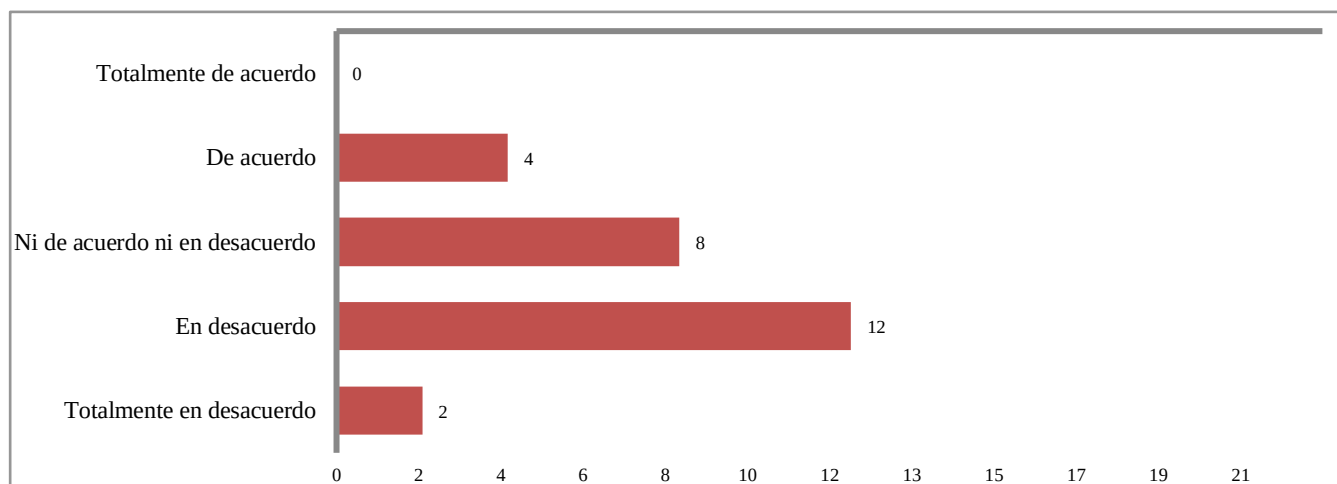


Figura 158. Resultados pregunta 5. Subgrupo enfermería de AP. Android ¿Su calidad de vida ha mejorado con el uso de esta aplicación?. Fuente: propia.

- **Pregunta 6,7 y 8:** *¿Hay algún contenido de la misma que ha encontrado realmente útil?, ¿Cree que falta algún contenido?, ¿Ha encontrado los que necesitaba?*. El 88% de los usuarios están de

acuerdo o muy de acuerdo con que la aplicación aporta información útil. Por otro lado, la mayoría (80,8%) considera que no falta contenido y 19 de los 26 usuarios (73,1%) ha encontrado lo que necesitaba (Figuras 159,160 y 161).

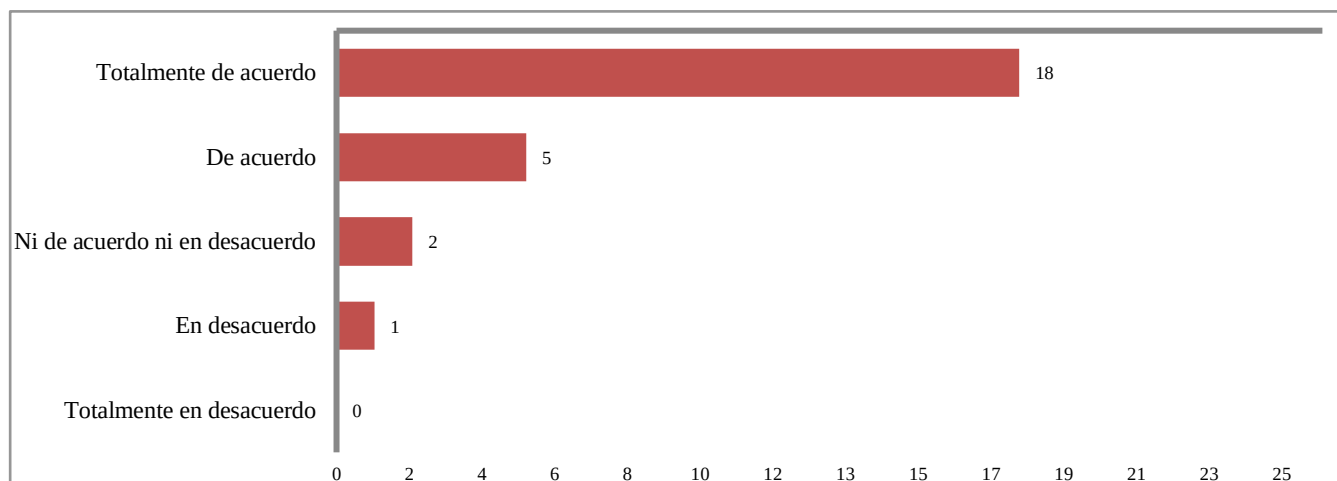


Figura 159. Resultados pregunta 6. Subgrupo enfermería de AP. Android: ¿Hay algún contenido de la misma que ha encontrado realmente útil?. Fuente: propia.

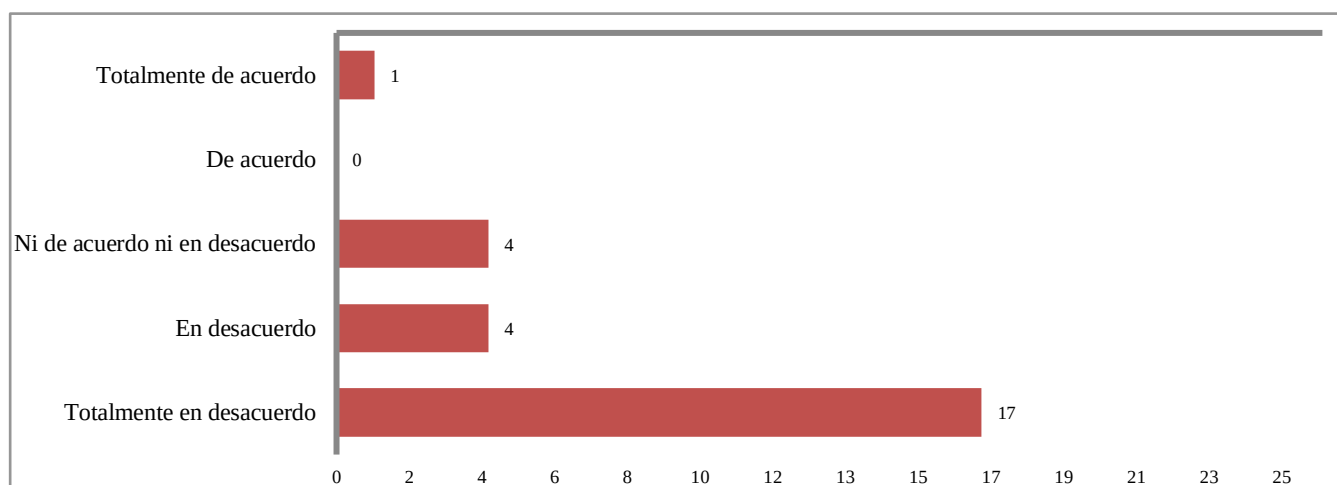


Figura 160. Resultados pregunta 7. Subgrupo enfermería de AP. Android: ¿Cree que falta algún contenido?. Fuente: propia.

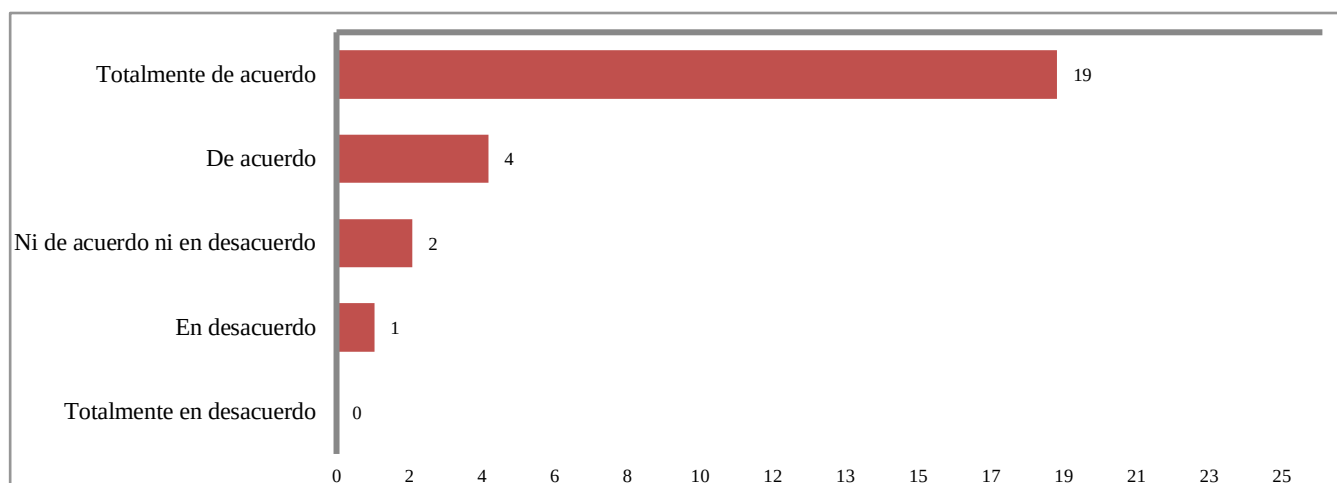


Figura 161. Resultados pregunta 8. Subgrupo enfermería de AP. Android: ¿Ha encontrado lo que necesitaba?.
Fuente: propia.

- **Pregunta 9:** *¿Cree que el método tradicional utilizado hasta ahora es más difícil o no existe?.* El 92,3% (24/26 usuarios) muestra estar de acuerdo o muy de acuerdo con esta

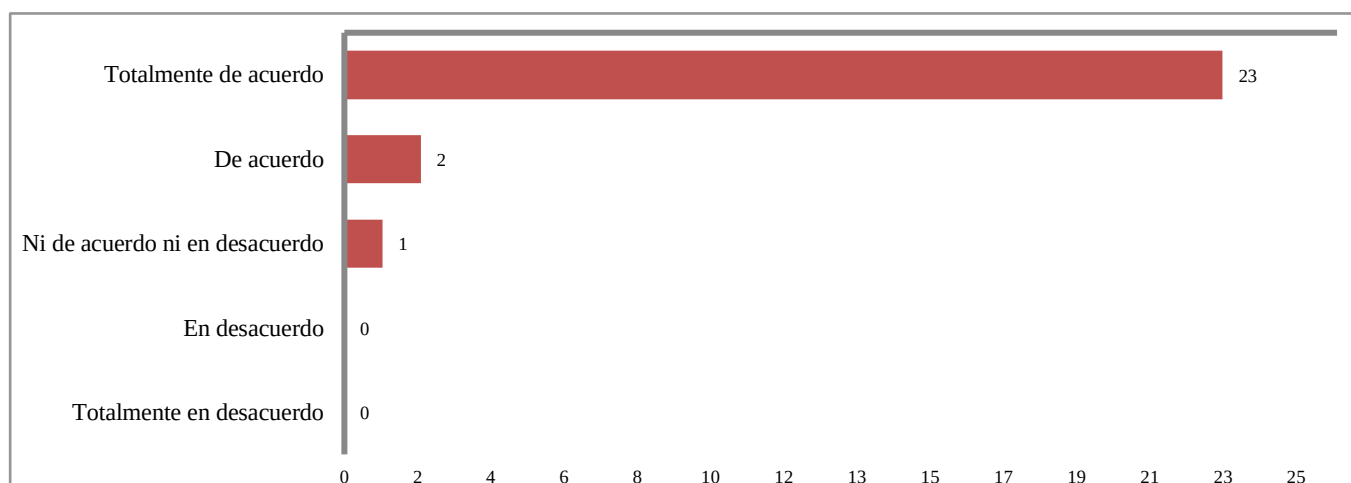


Figura 162. Resultados pregunta 9. Subgrupo enfermería de AP. Android: ¿Cree que el método tradicional utilizado hasta ahora es más difícil o no existe?. Fuente: propia.

- **Pregunta 10:** *¿La aplicación es útil para el seguimiento de la evolución de la enfermedad?.* 25 de los 26 encuestados considera que UlcerAPP es útil o muy útil para el seguimiento de la enfermedad (Figura 163).

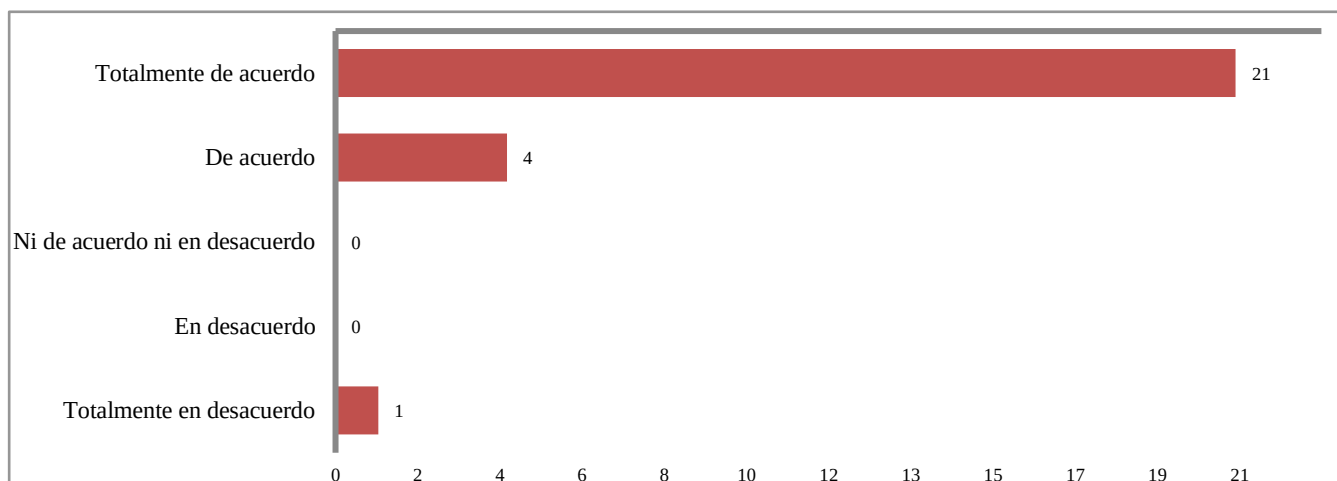


Figura 163. Resultados pregunta 10. Subgrupo enfermería de AP. Android: ¿La aplicación es útil para el seguimiento de la evolución de la enfermedad?. Fuente: propia.

- **Pregunta 11:** *¿Tiene la garantía de utilizar la aplicación en cualquier momento y cualquier lugar?.* Con una media obtenida de 4,85, el 96,2% esta de acuerdo o muy de acuerdo que tienen la garantía de poder utilizar la aplicación en cualquier momento y lugar (Figura 164).

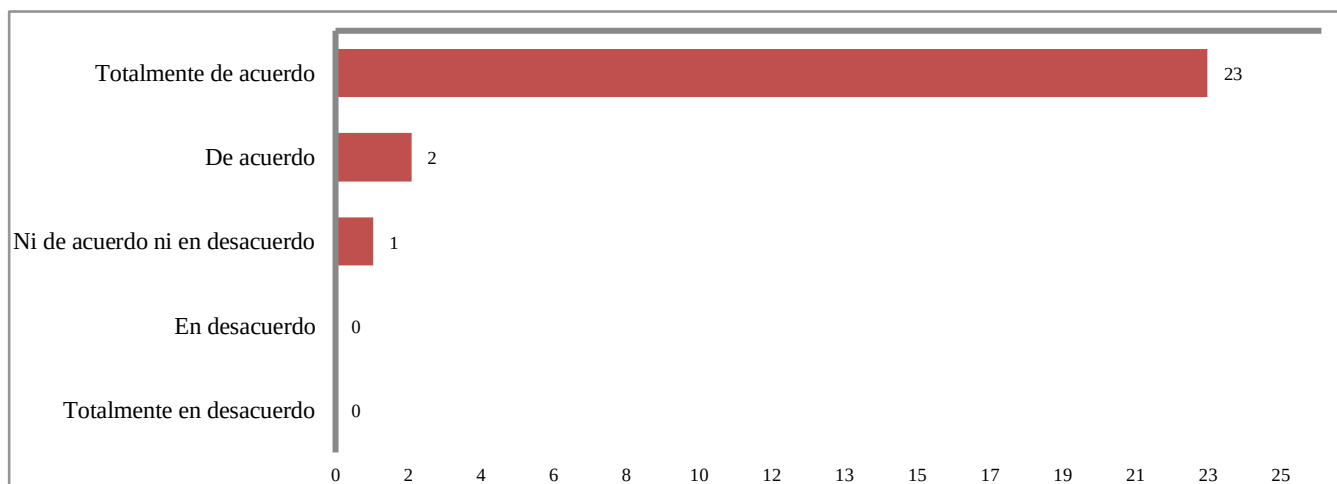


Figura 164. Resultados pregunta 11. Subgrupo enfermería de AP. Android ¿Tiene la garantía de utilizar la aplicación en cualquier momento y cualquier lugar?. Fuente: propia.

- **Pregunta 12 y 13:** *¿Cree que podría tener un rendimiento más optimizado?, ¿Ha encontrado algún error mientras utilizaba la aplicación?.* Pregunta del bloque “Funcionamiento”, el

69,2% y 73,1% respectivamente están satisfechos con el funcionamiento de UlcerAPP (Figura 165 y 166).

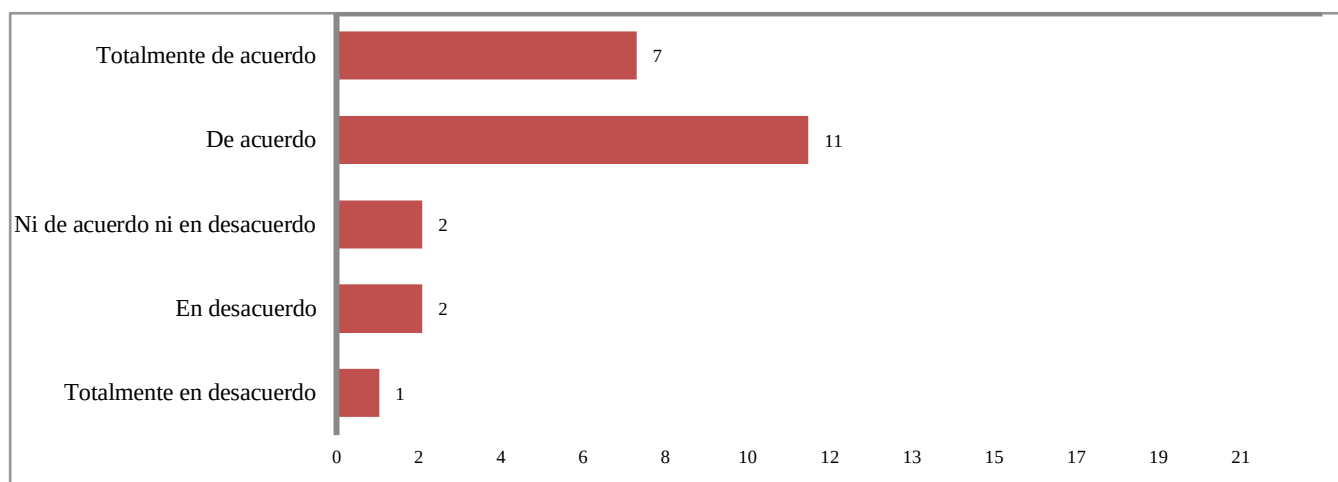


Figura 165. Resultados pregunta 12. Subgrupo enfermería de AP. Android: ¿Cree que podría tener un rendimiento más optimizado?. Fuente: propia.

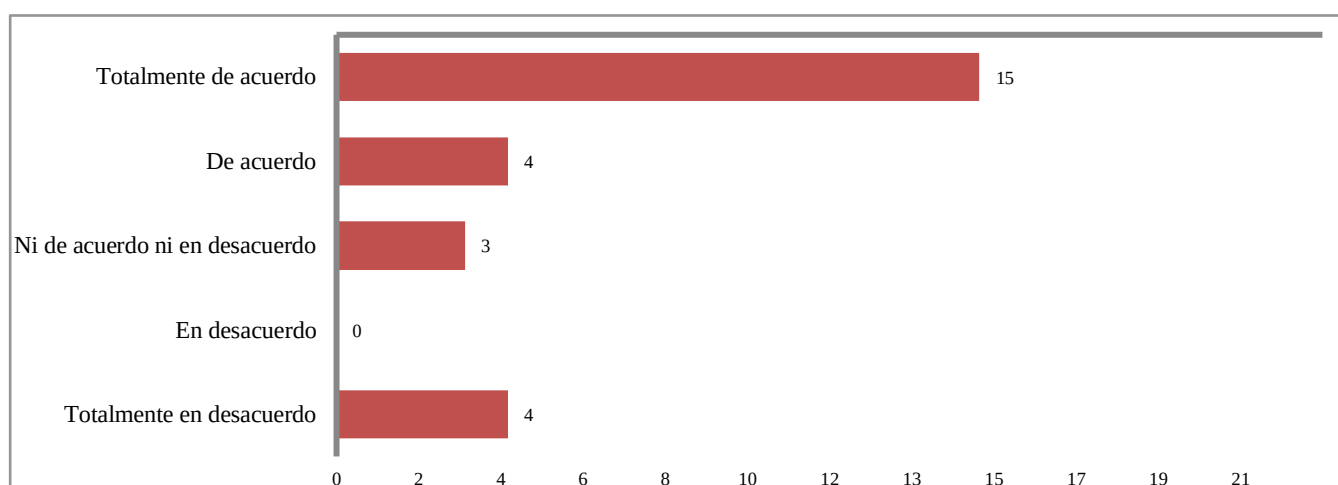


Figura 166. Resultados pregunta 13. Subgrupo enfermería de AP. Android: ¿Ha encontrado algún error mientras utilizaba la aplicación?. Fuente: propia.

- **Pregunta 14 y 15:** *¿Encuentra adecuada la apariencia de esta aplicación?, ¿Cree que el método de diagnóstico de esta aplicación es, en general, preciso?*. El aspecto visual de la aplicación fue bien valorado por los usuarios en un 92,5%. El algoritmo diagnóstico de UlcerAPP, también fue bien evaluado con un 88,5% (Figura 167 y 168).

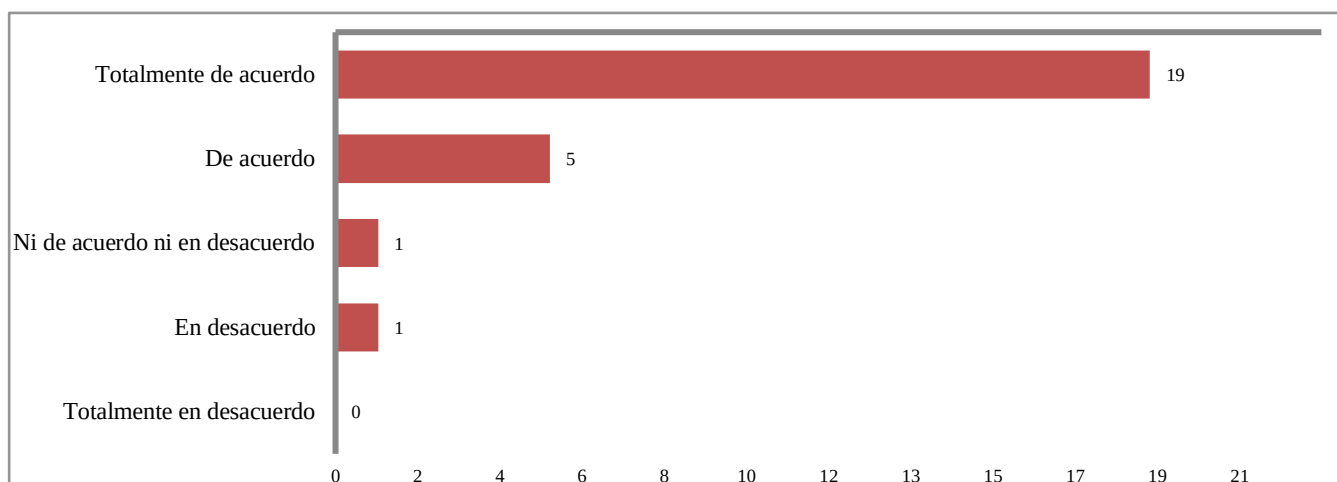


Figura 167. Resultados pregunta 14. Subgrupo enfermería de AP. Android: ¿Encuentra adecuada la apariencia de esta aplicación?. Fuente: propia.

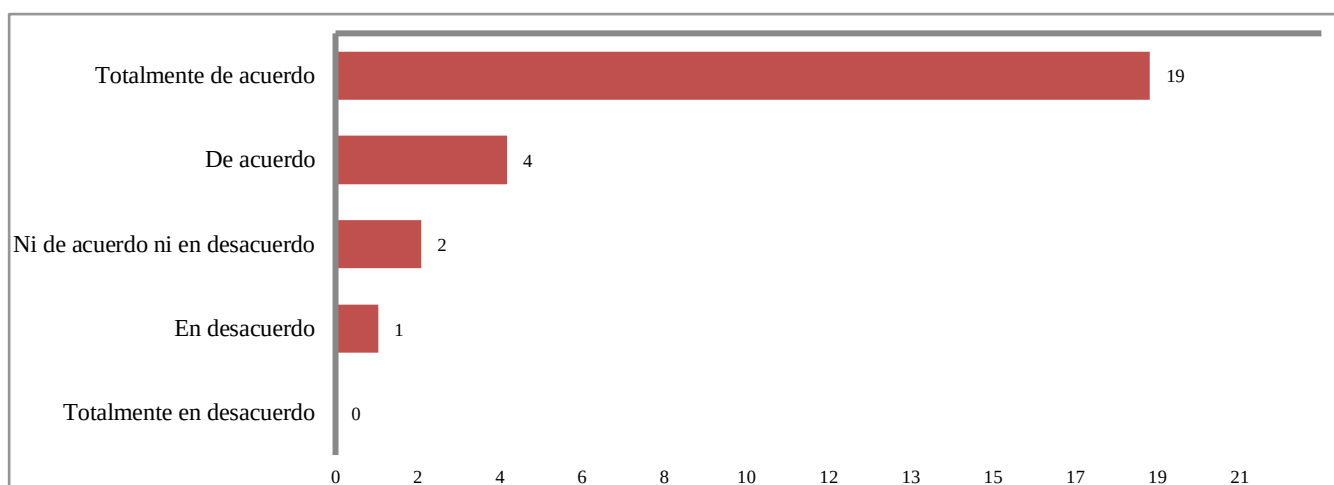


Figura 168. Resultados pregunta 15. Subgrupo enfermería de AP. Android: ¿Cree que el método de diagnóstico de esta aplicación es, en general, preciso?. Fuente: propia.

Los resultados obtenidos del personal de enfermería muestran unas valoraciones muy positivas con respecto a la calidad del contenido, fiabilidad, funcionamiento, apariencia y precisión. La pregunta que podemos destacar por haber obtenido peores resultados con respecto a los demás grupos analizados, fue la relacionada con la capacidad de hacer lo mismo sin la aplicación. Se obtuvo el porcentaje más bajo, ya que más de la mitad de los encuestados, si podrían hacer su

trabajo sin la aplicación, mostrando una mayor independencia, que probablemente puede ser entendida como una mayor formación o experiencia en la materia.

5.3.3.4. Enfermería Hospitalaria

Como se muestra en la Figura 115, la participación de enfermería de AP fue del 20,8% (22 encuestados). A continuación, se muestra en la Tabla 22 los resultados obtenidos y sus medias correspondientes.

Preguntas	# de 1	# de 2	# de 3	# de 4	# de 5	Media
P1	0	0	1	3	18	4,77
P2	6	9	4	2	1	2,22
P3	0	0	1	0	21	4,91
P4	1	0	1	1	19	4,68
P5	2	0	5	8	7	3,81
P6	0	0	1	3	19	4,91
P7	16	4	0	0	2	1,55
P8	0	1	1	3	17	4,64
P9	1	1	0	6	13	4,18
P10	0	1	1	1	19	4,73
P11	1	1	0	0	20	4,68
P12	12	4	2	2	2	2,00

P13	17	4	3	0	0	1,55
P14	0	0	2	3	17	4,68
P15	0	1	1	2	18	4,68

Tabla 23. Resultados la QoE de enfermería Hospitalaria. Android. Fuente: propia.

Como muestra la Tabla 22, se ha obtenido muy buenos resultados. Las medias más destacadas fueron las obtenidas en las preguntas 3 y 6: *¿Opina que la información contenida es fiable?* y *¿Hay algún contenido de la misma que ha encontrado realmente útil?* Con una media de 4,91. Esto en las preguntas sobre los aspectos positivos, en los aspectos negativos las medias mas bajas, es decir positivas con respecto al funcionamiento de la aplicación se obtuvieron en la pregunta 7 y 13: *¿Cree que falta algún contenido que no debería?* Y *¿He encontrado algún error en la aplicación?* Con una media de 1,55.

A continuación, se analizarán con más detalle los resultados obtenidos en cada una de las preguntas.

Las resultados de enfermería hospitalaria que han participado en la encuesta, son excelentes en todos los bloques: calidad del contenido, la funcionalidad, utilidad, apariencia y precisión de UlcerAPP.

En “Calidad del contenido”, un 95,5% (21/22 encuestados) muestran su conformidad de que la aplicación realiza la función que se esperaban (Figura 153).

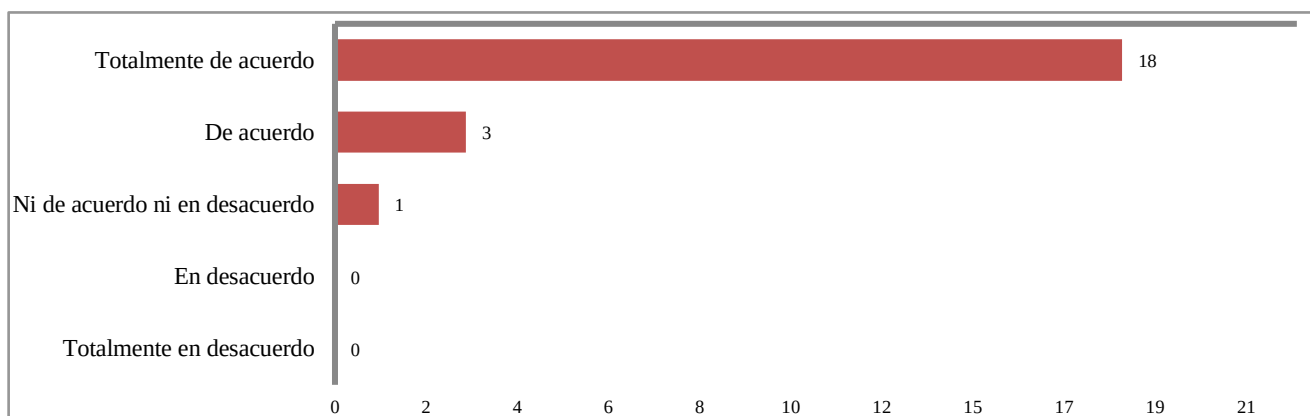


Figura 169. Resultados pregunta 1. Subgrupo enfermería hospitalaria. Android: ¿La aplicación hace la función esperada?. Fuente: propia.

La mejora de la calidad de vida con el uso de la aplicación, nuevamente fue la pregunta con una media más baja obteniendo un 3,81, donde el 68,2% esta de acuerdo o muy de acuerdo con este parámetro (Figuras 170). La fiabilidad de la información contenida en la aplicación (pregunta 3) fue uno de los aspectos más valorados con un 95,5% de encuestados que están de acuerdo o muy de acuerdo (Figura 171).

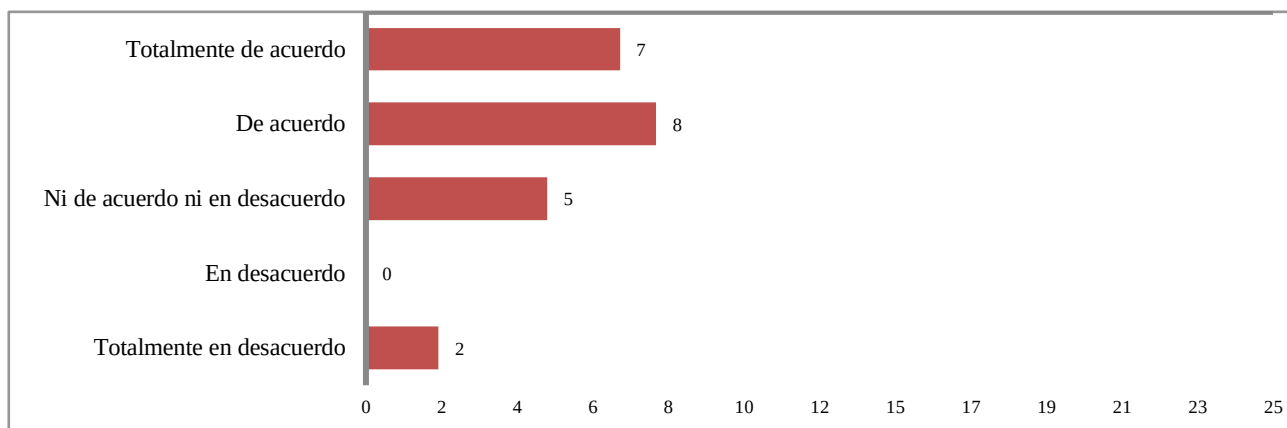


Figura 170. Resultados pregunta 5. Subgrupo enfermería hospitalaria. Android: ¿Su calidad de vida ha mejorado con el uso de esta aplicación?. Fuente: propia.

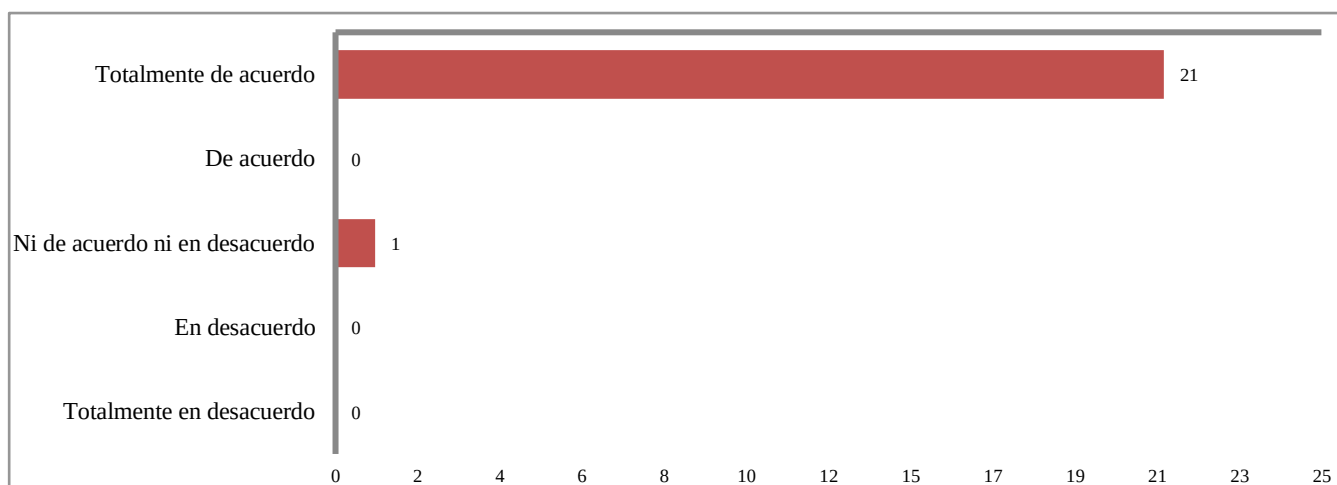


Figura 171. Resultados pregunta 3. Subgrupo enfermería hospitalaria. Android: ¿Opina que la información contenida es fiable?. Fuente: propia.

En el bloque “Facilidad de Uso”, preguntas 8: *¿Ha encontrado lo que necesitaba?*, la mayoría encontraron lo que buscaban en la aplicación (90,9%) (Figura 172).

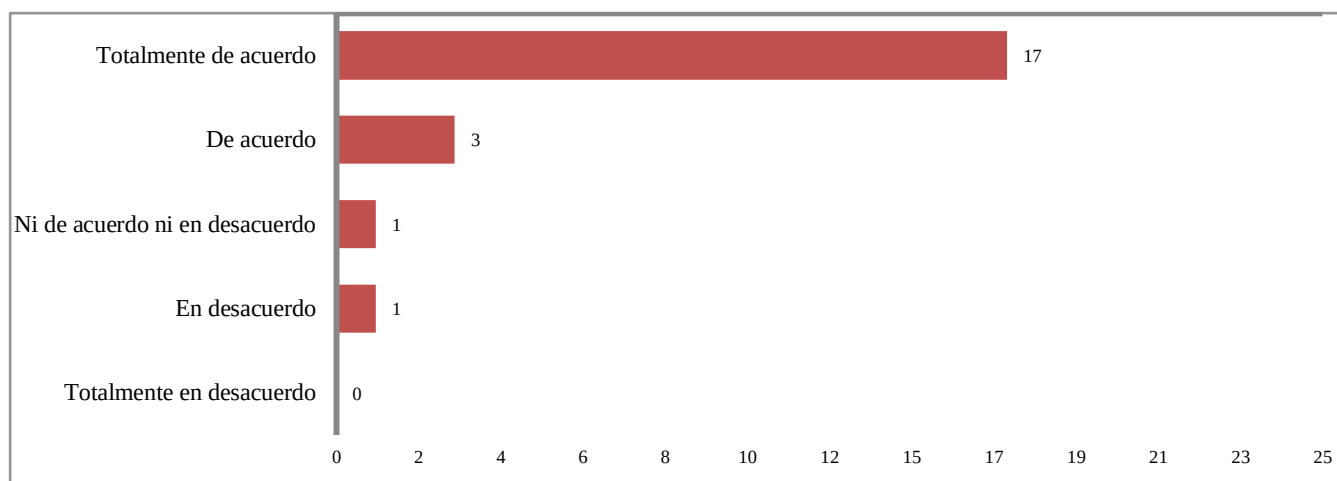


Figura 172. Resultados pregunta 8. Subgrupo enfermería hospitalaria. Android: ¿Ha encontrado lo que necesitaba?. Fuente: propia.

En la pregunta 9, los usuarios opinan que la aplicación facilita el manejo de las úlceras ya que el 86,4% (19 de los 22 de enfermería hospitalaria participante) valoran que método tradicional es más difícil o no existe (Figura 173).

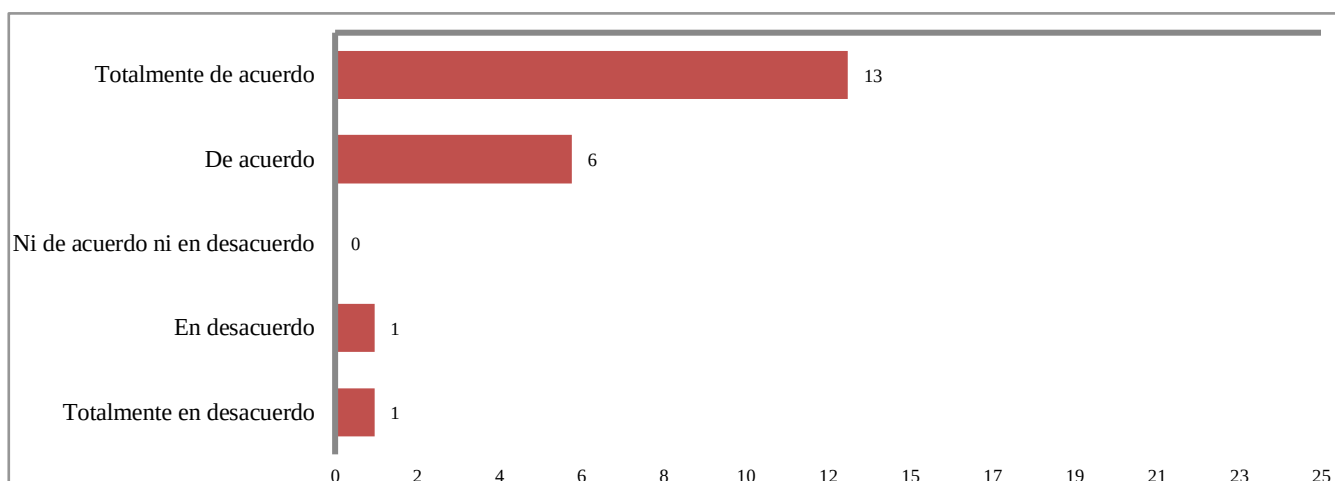


Figura 173. Resultados pregunta 9. Subgrupo enfermería hospitalaria. Android: ¿Cree que el método tradicional utilizado hasta ahora es más difícil o no existe?. Fuente: propia.

En cuanto al bloque “Funcionamiento”, la mayor parte de los usuarios no creen que la aplicación debe tener un rendimiento más optimizado (16/22, (72,7%)) (Figura 174).

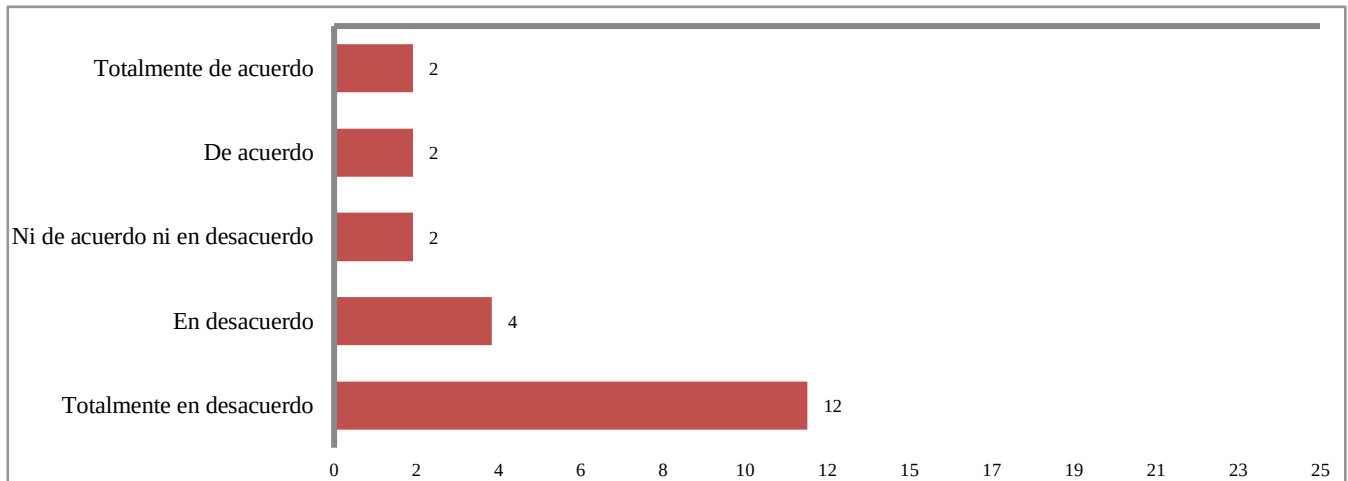


Figura 174. Resultados pregunta 12. Subgrupo enfermería hospitalaria. Android: ¿Cree que podría tener un rendimiento más optimizado?. Fuente: propia.

La apariencia y fiabilidad del método diagnóstico fueron aspectos que obtuvieron un magnífico resultados, mostrando una gran parte de los usuarios una alta satisfacción con el aspecto de UlcerAPP (media 4,68; 90,9%)y con la fiabilidad del método diagnóstico (media 4,68; 90,9%) (Figura 175 y 176).

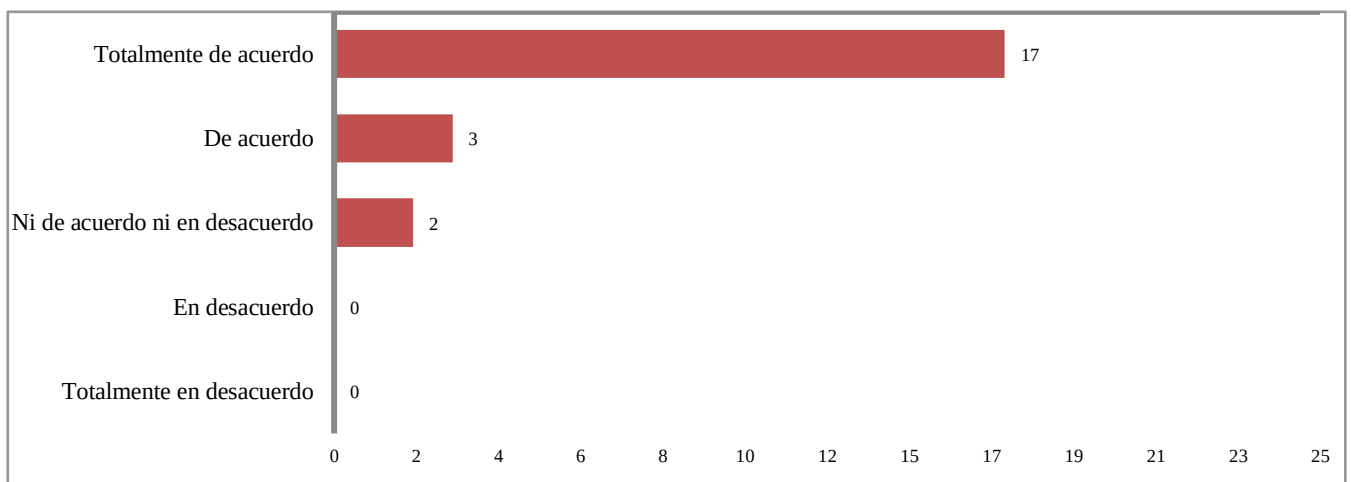


Figura 175. Resultados pregunta 14. Subgrupo enfermería hospitalaria. Android: Encuentra adecuada la apariencia de esta aplicación?. Fuente: propia.

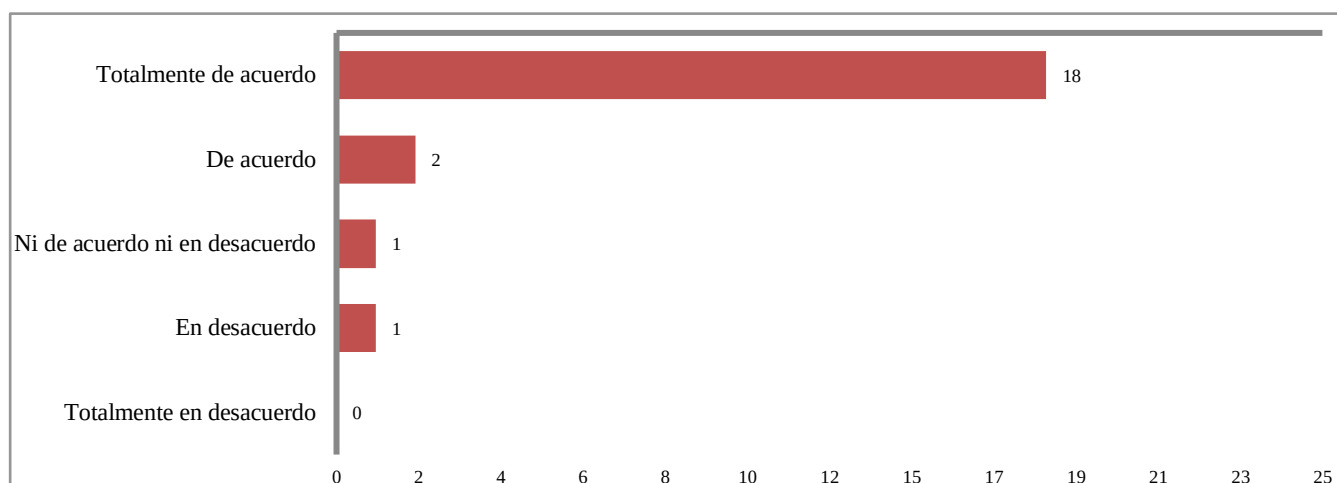


Figura 176. Resultados pregunta 15. Subgrupo enfermería hospitalaria. Android: ¿Cree que el método de diagnóstico de esta aplicación es, en general, preciso?. Fuente: propia.

Concluimos el grupo de enfermería hospitalaria. Los resultados destacan por la buena acogida con respecto a los distintos bloques de preguntas, ya que, los resultados han sido homogéneos en los grupos analizados para UlcerAPP, versión Android e iOS, obteniendo unos resultados excelentes en todo el cuestionario para la valoración de QoE.

CAPÍTULO 6:

CONCLUSIONES

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

6.1. Conclusiones generales

En la última década, los teléfonos inteligentes se han convertido en una herramienta más en la práctica clínica diaria. El uso de aplicaciones sigue aumentando año tras año en todos los rangos de edad, siendo las aplicaciones relacionadas con la salud una de las que han experimentado un mayor crecimiento en los últimos años.

El acceso instantáneo a las guías de recomendación clínicas actualizadas, calculadoras para dosis de fármacos o el apoyo para la prescripción son parte de las tareas que han incorporado estos dispositivos, y que pueden hacer más fácil el día a día en la práctica diaria. En el otro lado, por parte de los pacientes, el desarrollo de la tecnología y de los smartphones, facilitan el acceso a información entendible sobre sus patologías, tener un mayor control sobre su tratamiento y con ello aumentar su adherencia y por tanto del pronóstico de muchas patologías. Existe un control de calidad mínimo o una regulación de las tiendas de aplicaciones para garantizar que las aplicaciones de salud contengan información fiable, basadas en unas referencias bibliográficas, que cumplan con las leyes de los países donde están publicadas. Estas regulaciones garantizan el uso adecuado y regulado de estos softwares.

La mayoría de las aplicaciones médicas están dirigidas a los pacientes en la provisión de información de salud o para ayudar en la adherencia a la medicación para enfermedades crónicas. A diferencia de las aplicaciones orientadas al paciente, las aplicaciones de apoyo a la toma de decisiones pueden modificar positivamente las prestaciones sanitarias de los profesionales. Estos softwares ya se reconocen como intervenciones médicas, equivalentes a la de pruebas o tratamientos y pueden estar sujetas a las regulaciones de dispositivos médicos.

Desde el punto de vista de la gestión sanitaria, estos SADM también podría contribuir a una optimización de los recursos, a una atención médica mas eficiente, sobretodo en zonas rurales alejados de los grandes centros urbanos donde se suelen localizar los grandes hospitales.

Tras la revisión de la literatura relacionada con sistemas de ayuda a la decisión médica en el ámbito de la patología cardiovascular, la mayor parte de las publicaciones fueron SADM que utilizaban modelos predictivos para proporcionar información diagnóstica o pronóstica al facultativo. La mayoría de los modelos se crearon utilizando análisis de regresión multivariable, pero también se utilizó regresión logística o el modelo bayesiano. Estos modelos de pronóstico pueden aportar información al médico para tomar decisiones clínicas sobre un determinado paciente o estratificar

a los pacientes según el riesgo para indicar un determinado tratamiento médico o quirúrgico. Sin embargo, si bien los mejores modelos de predicción a partir de muestras de gran tamaño pueden ser buenos para discriminar entre pacientes de bajo y alto riesgo, el nivel de certeza que se brinda al individuo con respecto a la probabilidad de una enfermedad o la progresión de la enfermedad es limitado. En el caso de las publicaciones seleccionadas en el capítulo 3, las muestras para la realización de estos trabajos fue limitado, sin incluir un gran número de pacientes, por lo que sería necesario ampliar estos estudios con un mayor número de pacientes. Para la validación externamente cualquier modelo desarrollado, se requiere su aplicación en grandes grupos poblacionales para asegurar la generalización del modelo e implementarlos en la práctica diaria.

Ninguna de las aplicaciones de los modelos predictivos descritos se ha evaluado todavía en un ensayo clínico para determinar la eficacia clínica en un entorno del mundo real.

Tras el análisis del estado del arte en la patología cardiovascular, fue la patología aneurismática aórtica la más representada. Esto es debido al creciente interés por predecir la tasa de crecimiento de los aneurismas, predecir que paciente es subsidiario a tratamiento endovascular o reparación abierta o incluso que paciente se puede beneficiar de una corta estancia hospitalaria y por tanto un alta precoz. En esa patología hay mucho trabajo por hacer con la implementación de la inteligencia artificial que en un futuro nos permitirá responder muchas preguntas de las que aún los clínicos no tenemos respuesta.

En cuanto a las aplicaciones comerciales presentes en el mercado, el crecimiento en los últimos años es exponencial. Englobando la patología cardiovascular, son pocas las aplicaciones publicadas que se dediquen al diagnóstico y tratamiento de la patología vascular periférica. Abundan aplicaciones informativas y educativas, dirigidas tanto a profesionales como a pacientes. En cuanto a las aplicaciones destinadas al manejo de úlceras, la mayor parte son informativas y/o educativas, destinadas a la prevención de úlceras por presión. Otra son bases de datos, para que el usuario guarde datos de pacientes y que permiten a través de la cámara del dispositivo inteligente, medir la úlcera y así poder valorar la evolución en el seguimiento. Existen pocas aplicaciones que se dediquen a las úlceras de etiología vascular, que son las que representan el 95% de las úlceras de las extremidades inferiores. Las aplicaciones móviles tienen un potencial importante, en concreto en la especialidad de Angiología y Cirugía Vascular, una de las especialidades más desconocidas en el ámbito sanitario, por su escasa implementación en los programas formativos de las Facultades de Medicina en España.

Aún son pocas las aplicaciones móviles que dispongan de un SADM en el ámbito de las úlceras de etiología vascular, por lo que UlcerAPP puede destacar como una herramienta útil para los profesionales sanitarios, sobretudo médicos y personal de enfermería de AP, en médicos no especialistas en ACV o enfermería hospitalaria, donde no pueden acceder a un especialista en este tipo de patologías, para facilitarles su trabajo diario y mejorar la atención en estos pacientes. Es por ello que, por los argumentos descritos, por las características de la aplicación expuestas en el presente trabajo y los resultados obtenidos en la QoE de los usuarios, UlcerAPP podría tener gran potencial de uso en el mercado de las aplicaciones móviles.

6.2. Conclusiones sobre el desarrollo e implantación de UlcerAPP

Una vez extraídas las conclusiones del estado actual de los SADM, se abordarán a continuación, las conclusiones respecto al desarrollo de la aplicación UlcerAPP, tanto para el sistema operativo iOS como Android y consideraciones sobre la implantación de la aplicación.

En cuanto a los aspectos a destacar asociados al desarrollo de la aplicación:

- **Funcionalidades:** Las principales funcionalidades que se pretendían cuando se planificó el proyecto era la de un sistema de un SADM, ofreciendo a los usuarios de forma clara y sencilla, recomendaciones y pautas básicas sobre el manejo de cada una de las úlceras, además de poder orientar al usuario cuando debe derivar al paciente a un especialista en ACV. Este objetivo principal se ha cumplido, como podemos observar en los resultados obtenidos en la QoE, tanto en la versión como en iOS como en Android (en todos los grupos estudiados). UlcerAPP ofrece el contenido esperado por los usuarios, contiene información útil y fiable, además de estar disponible en cualquier momento y lugar. Además ofrece, para los menos experimentados en la materia, contenido educativo como es la información clínica de algunos trastornos tróficos relacionados por ejemplo con las úlceras venosas, imágenes relacionadas con cada una de ellas o la descripción de como se realiza correctamente una exploración de la sensibilidad en el pie, para pacientes neuropático o neuroisquémicos.
- **Tipo de úlceras:** La aplicación incluye los 6 tipos de úlceras relacionadas con la patología vascular: neuropática, isquémica, neuroisquémica, flebostática o venosa, mixta e hipertensiva o de Martorell. Estas representan el 95% del total de úlceras que se presentan en las extremidades inferiores, por tanto albergando al mayor número de pacientes posibles con úlceras en las piernas. Para ampliar el espectro de úlceras y aportarle más información al usuario, cuando una úlcera no cumple criterios de etiología vascular, y además si cumple

criterios de gravedad, en cuanto a profundidad, signos de infección o tamaño, es decir, una úlcera compleja, se recomienda derivación urgente o preferente a una unidad de Angiología y Cirugía vascular.

- **Diseño adecuado:** El diseño de UlcerAPP en ambas versiones es sencillo y muy intuitivo y fue valorado muy positivamente por los usuarios en la QoE obteniendo medias muy altas en todos los grupos analizados. En iOS, se utilizaron, colores blancos con textos negros para facilitar la lectura, con botones de color azul para resaltar los que eran interactivos. Los botones rojos se utilizaron para botones relacionados con volver atrás o salir. En la versión Android, la aplicación tiene un fondo azul, botones blancos con letras en color negro, y los botones interactivos en color amarillo. Se priorizó que la aplicación tuviera un tamaño de memoria reducido, con un funcionamiento optimizado que requiriera pocos recursos del dispositivo, independientemente de la potencia del mismo. Además de utilizar las plataformas que proporcionan ambos desarrolladores (simuladores), la aplicación se ha testado en varios dispositivos, tanto en teléfonos móviles como tabletas, teniendo un cuidado diseño que permitiera la correcta visualización del contenido en todos los dispositivos.
- **Aplicación fácil de utilizar:** UlcerAPP es muy fácil e intuitiva, simplemente basta con contestar las preguntas que lanza el sistema para que el algoritmo lleve al usuario al diagnóstico o tratamiento adecuado. Se diseñaron botones para que el usuario pudiera volver atrás en las de equivocación de la respuesta o cambiar la misma, facilitando la navegabilidad dentro de la aplicación.

Las conclusiones sobre el diseño y desarrollo de la aplicación después de su implementación se describen a continuación:

- Dado los resultados obtenidos en la QoE, UlcerAPP, es considerada por un gran porcentaje de usuarios como una aplicación de una gran utilidad clínica. Cumple con creces las expectativas de los que se esperaba de la aplicación, es decir, poder diagnosticar, tratar y seguir la evolución de las úlceras de etiología vascular. Además la aplicación tras descargarla en alguna de las dos tiendas virtuales disponibles (Apple Store y Google Play) se puede utilizar en cualquier momento y lugar, ya que no requiere internet ni registro alguno.
- El método diagnóstico utilizado es preciso, es decir, que los algoritmos elaborados para el diagnóstico son adecuados y llevan al usuario al diagnóstico correcto. Es por ello que la implantación en Centros de Atención Primaria, o en hospitales que carecen de la especialidad

de ACV, se espera que sea ampliamente aceptada tanto por facultativos como por personal de enfermería para el desempeño de su práctica clínica diaria, donde esta patología es muy prevalente. La incorporación de fotos reales de paciente a modo de ejemplo, aporta un valor importante que facilitará aún más el proceso diagnóstico. Los algoritmos diseñados para los tratamientos de cada una de las úlceras, están basados en la bibliografía más actual y avalado por las Sociedades Científicas nacionales e internacionales.

- UlcerAPP es una aplicación diseñada con una interfaz clara y sencilla, para todo tipo de usuarios, más o menos experimentados con la tecnología, haciendo fácil el acceso a todas las funcionalidades.

Se puede concluir, que se han cumplido con los objetivos principales plasmados en el proyecto inicial de UlcerAPP. Se ha conseguido el diseño y desarrollo, en las dos plataformas principales, iOS y Android, de un SADM, fácil, sencillo e intuitivo, con un diseño agradable, destinados a profesionales de la salud, tanto medico como personal de enfermería que facilita el manejo clinico, en cuanto a diagnóstico, tratamiento y seguimiento de las úlceras de etiología vascular. Se pretende que sea un proyecto dinámico, que con el paso del tiempo y dependiendo de las necesidades de los usuarios, se puedan incorporar nuevas funcionalidades que ayuden a seguir mejorando la aplicación.

CAPÍTULO 7:

LÍNEAS FUTURAS

7.1.Líneas futuras

Las primeras versiones de UlcerAPP son la primera piedra de un proyecto que pretende ser dinámico, por lo que en siguientes versiones hay que analizar los diferentes aspectos que se pueden mejorar, sobre todo a nivel funcional y a nivel técnico, para seguir mejorando y completando las funcionalidades de este SADM. Para ello es importante contar con un mayor número de usuarios, pero también contar con la evaluación de los propios especialistas en ACV o de personal de enfermería expertos en el manejo de úlceras, para mejorar o incorporar nuevas funcionalidades.

7.1.1. Nivel funcional

La valoración QoE de los usuarios es esencial a la hora recopilar información sobre la usabilidad de la aplicación. A nivel funcional, las posibles mejoras en el desarrollo de la aplicación se detallan a continuación:

- **Incluir más tipos de úlceras:** Ha sido objeto de debate por parte de uno de los usuarios que participo en la encuesta de usabilidad, que consideraba que era un error no incluir más tipos de úlceras. Es cierto que solo se quedan fuera de la aplicación un 5% del total de úlceras, pero la inclusión de úlceras de etiología dermatológica, reumatológica, oncológica, etc, .. podría ser un valor añadido de la aplicación. Incluir escalas de riesgo, medidas preventivas para el desarrollo de las úlceras por presión....Para ellos habría que rediseñar los algoritmos de decisión e incluir los tratamientos de todas estas úlceras.
- **Lengua inglesa:** La aplicación fue descargada en 22 países, a pesar de que solo está desarrollada en castellano. La incorporación de más idiomas, como el ingles, francés o el alemán podría incrementar el número de usuarios y podría ser mas atractivo desde el punto de vista comercial.
- **Sección educativa:** en futuras versiones se podrá incluir más información teórica, incluyendo guías de recomendación clínica, hipervínculos a paginas web interesantes, añadir un foro de opiniones donde los usuarios pudieran intercambiar dudas e información sobre casos clínicos complejos, etc....esto es relevantes para profesionales de la medicina incluso para estudiantes de medicina y enfermería. Para ello es el tercer botón de la pantalla principal, “Enlaces de interés”.
- **Desarrollo de la Telemedicina en úlceras:** El desarrollo de la telemedicina en otras especialidades es una realidad. Desarrollar e implementar la telemedicina para conectar via telemática los pacientes con el profesional o profesionales de distintas especialidades y/o

centros podría suponer una importante herramienta, tanto para profesionales como para pacientes, sobretodo en áreas alejadas de grandes hospitales.

- **Minería de datos y nubes virtuales:** Utilizar la minería de datos y el almacenamiento en nubes virtuales, podría facilitar la toma de decisiones clínicas de los facultativos, además de poder compartir experiencias entre profesionales de la medicina. Los teléfonos inteligentes con sus funcionalidad actuales podrían ser la herramienta principal para el desarrollo de esta tecnología. El uso de la cámara de Smartphone, por ejemplo, para hacer fotos durante el seguimiento de las úlceras y poder compartición estas imágenes en la nube pudiendo aplicar técnicas de minería de datos analizando estas imágenes.

7.1.2. Nivel técnico

A nivel técnico hay varios aspectos que se pueden considerar en un futuro. Algunas mejoras podrían ser:

- **DSS:** Mejorar los algoritmos de decisión y utilizar técnicas de inteligencia artificial, redes neuronales y sistemas predictivos, que consigan un SADM totalmente autónomo, Con un aprendizaje continuo mediante las respuestas de los usuarios, para así ir mejorando la elaboración y precisión del diagnóstico.
- **Imágenes:** Añadir más imágenes y de mayor calidad, no solo por los desarrolladores sino por los propios usuarios.
- **Registro del paciente:** Para esta primera versión, no era un objetivo principal pero si está en el proyecto a medio/largo plazo. Añadir un registro de usuario, para que cada uno pudiera monitorizar la evolución de la úlcera, haciendo por ejemplo mediciones de superficie y profundidad, datos estado general del paciente, adherencia del paciente al tratamiento y a las curas y otras recomendaciones. Todos estos datos e imágenes podrían ser volcados en la HCE (previo desarrollo de una plataforma), y realizar un seguimiento más exhaustivo del paciente..
- **Data mining:** Es necesario una gran comunidad de usuarios para aplicar técnicas de minería de datos, de esta manera poder estudiar y analizar con mayor profundidad patrones de diagnóstico y evolutivos.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

1. Ditrendia. (2015). *Informe Mobile en España y en el Mundo 2015*. Recuperado el 25 de Junio de 2024 desde <http://www.ditrendia.es/wp-content/upload/2015/07/Ditrendia-Informe.-Mobile-en-Espa%C3%B1a-y-en-el-Mundo-2015.pdf>.
2. Alhambra-Eidos. (2014). *En 2018 el 70% de los profesionales llevará a cabo su trabajo con sus dispositivos inteligentes personales, según Gartner*. Recuperado el 25 de Junio de 2024 desde http://www.alhambra-eidos.com/docs/Prensa/140528_NDP_%20AE_desayuno_movilidadCorporativa.pdf
3. Hernansanz Iglesias, F., Clavería Fontán, A., Gervás Camacho, J., Márquez Calderón, M., & Alvarez-Dardet, C. (2012). El futuro del Sistema Nacional de Salud y su piedra angular, la atención primaria. In F. Hernansanz, A. Clavería & J. Gervás, *Informe SESPAS 2012: Atención Primaria: Evidencias, experiencias y tendencias en clínica, gestión y política sanitaria*. Recuperado el 25 de Junio de 2024 desde <http://www.gacetasanitaria.org/es/el-futuro-del-sistema-nacional/articulo/S0213911112000726/>
4. EsaludAST. (2014). Memoria Jornadas e-Salud Asturias. Oviedo. Recuperado el 25 de Junio de 2024 desde <http://esaludasturias.org/wp-content/uploads/2016/01/esaludAST2014.Memoria.pdf>
5. Indice SEIS 2021. <https://seis.es/indice-2021/>
6. Policy - European Commission. (2016). *Ec.europa.eu*. Recuperado el 25 de Junio de 2024, desde http://ec.europa.eu/health/ehealth/policy/index_en.htm
7. AIES - Asociación de Investigadores de eSalud. (2015). *Informe inicial de presentación sobre el estado de la eSalud*. Recuperado el 25 de Junio de 2024 desde <http://aiesalud.com/actividad/eventos/presentacion/>
8. World Health Organization, (2011). *mHealth: New horizons for health through mobile technologies*. Recuperado el 25 de Junio de 2024 desde http://www.who.int/goe/publications/goe_mhealth_web.pdf
9. *Is Mobile Healthcare the Future? - Infographic | GreatCall*. (2016). *Greatcall.com*. Recuperado el 25 de Junio de 2024, desde <http://www.greatcall.com/greatcall/lp/is-mobile-healthcare-the-future-infographic.aspx>

10. Accenture (2021). Digitalizar la atención sanitaria sin perder el toque humano. <https://www.accenture.com/es-es/insights/health/digital-adoption-healthcare-reaction-or-revolution>
11. Estrategia de salud Digital-Sistema Nacional de Salud. Secretaría General de Salud Digital, Información e Innovación para el SNS https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/pdf/Estrategia_de_Salud_Digital_del_SNS.pdf
12. Morales López, G, Abadía Sánchez, F. Evaluación de la formación, conocimientos y actitud sobre la enfermedad venosa crónica en el Pregrado de Medicina en España. CIR ESP. 2020;98 (Espec Congr 1):12.<https://www.elsevier.es/es-revista-cirugia-espanola-36-congresos-33-congreso-nacional-cirugia-114-sesion-angiologia-y-cirugia-vascular-6162-comunicacion-evaluacion-de-la-formacion-conocimientos-73231-pdf>
13. Guest JF, Fuller GW, Vowden P. Venous leg ulcer management in clinical practice in the UK: Costs and outcomes. Int. Wound J. 2018;15(1):29-37
14. Augustin M, Herberger K, Kroeger K, Muentner KC, Goepel L., Rychlik R. Cost-effectiveness of treating vascular leg ulcers with UrgoStart® and UrgoCell®. Int. Wound J. 2016;13(1):82-87.
15. Verdú J, Marinello J, Armans E, Carreño P, March J, Martín V, et al. Documento de Consenso CONUEI. Conferencia Nacional de Consenso sobre Úlceras de la Extremidad Inferior-CONUEI. 1ª ed. EdikaMed S.L., editor; 2009. p. 126.
16. Torra J-K, Soldevilla JJ, Rueda J, Verdú J, Roche E, Arboix M, et al. Primer Estudio Nacional de Prevalencia de Úlceras de Pierna en España. Estudio GNEAUPP-UIFC-Smith & Nephew 2002-2003. Epidemiología de las úlceras venosas, arteriales, mixtas y de pie diabético. Gerokomos. 2004; 15(4).
17. European Commission. (2012). *Guidelines on the Qualification and Classification of Stand Alone Software Used In Healthcare within the Regulatory Framework of Medical Devices*. DG Health and Consumer. <http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/10362/attachments/1/translations/en/renditions/native>
18. Williamson DA, Carter GP, Howden BP. 2017. Current and emerging topical antibacterials and antiseptics: agents, action, and resistance patterns. Clin Microbiol Rev 30:827–860.

19. International Wound Infection Institute (IWII) Wound infection in clinical practice. Wounds International 2016.
20. World Union of Wound Healing Societies (WUWHS). Principios de las mejores prácticas: La infección de las heridas en la práctica clínica. Consenso internacional. London: MEP Ltd, 2008.
21. Marinello Roura J, Verdú Soriano J (Coord.). Conferencia nacional de consenso sobre las úlceras de la extremidad inferior (C.O.N.U.E.I.). Documento de consenso 2018. 2ª ed. Madrid: Ergon; 2018.
22. Beldon P. Compression therapy for venous leg ulcers: padding layer. Wounds Essentials 2012, Vol 1. 6. Protz K, Reich-Schupke S, Müller K, Augustin M, Hagenström K. [Compression bandages with and without padding: Observational controlled survey of pressure and comfort]. Hautarzt. 2018 Aug;69(8):653-661.
23. Hofman D, Moore K, Cooper R, Eagle M, Cooper S. Use of topical corticosteroids on chronic leg ulcers. J Wound Care. 2007;16(5):227-230.
24. MS Gohel, Heatley F., Xinxue L., Bradbury A., Bulbulia R., Cullum N., et al. A randomized trial of early endovenous ablation in venous ulceration. N Engl J Med 2018;378:2105-14.
25. C.Wittens, Davies AH., N Bækgaard, R Broholm, A Cavezzi, S Chastanet, M de Wolf, et al. Management of chronic venous disease. Clinical practice guidelines of the ESVS. Eur J Vasc Endovasc Surg 2015;49:678-737.
26. Murphy C, Atkin L, Swanson T, Tachi M, Tan YK, de Ceniga MV, et al. Defying hard-to-heal wounds with an early antibiofilm intervention strategy: wound hygiene. J Wound Care. 2020 Mar 1;29(Sup3b):S1-S26. doi: 10.12968/jowc.2020.29.Sup3b.S1
27. Lázaro Martínez JL, Almaraz MC, Álvarez Hermida A., Blanes I, Escudero Rodríguez JR, García Morales E. et al. Documento de consenso sobre acciones de mejora en la prevención y manejo del pie diabético en España. Endocrinol Diabetes Nutr. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.endinu.2020.08.001>.

28. Conte MS., Bradbury A., Kolh P., White JV., Dick F., Fitridge R., et al. Global Vascular Guidelines on the management of chronic limb threatening ischemia Eur J Vasc Endovasc Surg. 2019 July ; 58 (1Suppl): S1–S109.e33. doi:10.1016/ j.ejvs.2019.05.006.
29. Mills JL Sr, Conte MS, Armstrong DG, Pomposelli FB, Schanzer A, Sidawy AN, et al. The Society for Vascular Surgery Lower Extremity Threatened Limb Classification System: risk stratification based on wound, ischemia, and foot infection (WIFI). J Vasc Surg 2014;59:220–34.e1–2.
30. Forssgren A, Fransson I, Nelzen O. Leg ulcer point prevalence can be decreased by broadscale intervention: a follow-up cross-sectional study of a defined geographical population. Acta Derm Venereol. 2008 Jan;88(3):252-6.
31. Beebe HG, Bergan JJ, Bergqvist D, Eklöf B, Eriksson I, Goldman MP, et al. Classification and grading of chronic venous disease in the lower limbs: a consensus statement. Eur J Vasc Endovasc Surg. 1996 Nov;12(4):487-91-2.
32. National Clinical Centre Guideline NICE. Varicose Veins in the Legs: The Diagnosis and Management of Varicose Veins. NICE; 2013.
33. Coleridge-Smith P, Lok C, Ramelet AA. Venous leg ulcer: a meta-analysis of adjunctive therapy with micronized purified flavonoid fraction. Eur J Vasc Endovasc Surg 2005;30:198e208.
34. Wu B, Lu J, Yang M, Xu T. Sulodexide for treating venous leg ulcers. Cochrane Database Syst Rev 2016;6:CD010694.
35. O’Meara S, Cullum N, Nelson EA, Dumville JC. Compression for venous leg ulcers. Cochrane Database Syst Rev. 2012 Nov 14;11(3):CD000265.
36. Nelson EA, Bell-Syer SEM. Compression for preventing recurrence of venous ulcers. Cochrane Database Syst Rev. 2012 Jan;8(8):CD002303.
37. Marinello J. Úlceras de la extremidad inferior. 2ª ed. Glosa; 2005.
38. González Casas E, Rodríguez Franco J, Llagostera Escudero S, Viver Manresa E. Seguimiento de pacientes afectos de Isquemia Crítica y no candidatos a cirugía arterial directa. Angiología. 1997; 49:149-52.

39. Creager MA. Results of the CAPRIE trial: efficacy and safety of clopidogrel. Clopidogrel versus aspirin in patients at risk of ischaemic events. *Vasc Med*. 1998;3(3):257-60. doi: 10.1177/1358836X9800300314. PMID: 9892520.
40. Malay DS, Margolis DJ, Hoffstad OJ, Bellamy S. The incidence and risks of failure to heal after lower extremity amputation for the treatment of diabetic neuropathic foot ulcer. *J Foot Ankle Surg*. 45(6):366-74.
41. Boulton AJM, Vileikyte L, Ragnarson-Tennvall G, Apelqvist J. The global burden of diabetic foot disease. *Lancet*. 2005 Nov 12;366(9498):1719-24.
42. Houghton VJ, Bower VM, Chant DC. Is an increase in skin temperature predictive of neuropathic foot ulceration in people with diabetes? A systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res*. 2013 Jan;6(1):31.
43. Lavery LA, Higgins KR, Lanctot DR, Constantinides GP, Zamorano RG, Armstrong DG, et al. Home monitoring of foot skin temperatures to prevent ulceration. *Diabetes Care*. 2004 Nov;27(11):2642-7.
44. Martorell F. Hypertensive ulcer of the leg. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 19(6):599-600.
45. Martínez-Pérez, B., de la Torre-Díez, I., López-Coronado, M., Sainz-de-Abajo, B., Robles, M., & García-Gómez, J. (2014). Mobile Clinical Decision Support Systems and Applications: A Literature and Commercial Review. *J Med Syst*, 38(1). <http://dx.doi.org/10.1007/s10916-013-0004-y>
46. Clement Kleinstreuer and Zhonghua Li. Analysis and computer program for rupture-risk prediction of abdominal aortic aneurysms. *BioMedical Engineering OnLine*2006, 5:19 doi:10.1186/1475-925X-5-19.
47. Andrea Remuzzi, Simone Manini. Computational model for prediction of fistula outcome. *J Vasc Access* 2014;15 (Suppl 7): S64-S69. DOI: 10.5301/jva.5000241.
48. Thomas L Lewis, Rachael T Fothergill, Aneurysm-FILTR Study Group, Alan Karthikesalingam. Ambulance smartphone tool for field triage of ruptured aortic aneurysms (FILTR): study protocol for a prospective observational validation of diagnostic accuracy. *BMJ Open* 2016;6:e011308. doi:10.1136/bmjopen-2016-011308.

49. E. G. Ross, N. Shah, R. Dalman, K. Nead, J. Cooke, and N. J. Leeper. The use of machine learning for the identification of peripheral artery disease and future mortality risk. *J Vasc Surg*. 2016 November; 64(5): 1515–1522.e3. doi:10.1016/j.jvs.2016.04.026.
50. Leeper NJ, Bauer-Mehren A, Iyer SV, Lependu P, Olson C, Shah NH. Practice-based evidence: Profiling the safety of cilostazol by text-mining of clinical notes. *PloS one*. 2013; 8:e63499.
51. Joldes GR, Miller K, Wittek A, Forsythe RO, Newby DE, Doyle BJ. BioPARR: A software system for estimating the rupture potential index for abdominal aortic aneurysms. *Sci Rep*. 2017 Jul 5;7(1):4641. doi: 10.1038/s41598-017-04699-1.
52. A. Alawieh, F. Zaraket, M.B. Alawieh, A.R. Chatterjee, A.Spiotta. Using machine learning to optimize selection of elderly patients for endovascular thrombectomy. *J NeuroIntervent Surg* 2019;11:847–851. doi:10.1136/neurintsurg-2018-014381.
53. To CY, Rajamand S, Mehra R, et al. Outcome of mechanical thrombectomy in the very elderly for the treatment of acute ischemic stroke: the real world experience. *Acta Radiol Open* 2015;4:20.
54. Jayaraman MV, McTaggart RA. Endovascular treatment of anterior circulation large vessel occlusion in the elderly. *Front Neurol* 2017;8:713.
55. Kim DH, Kim SU, Sung JH, et al. Significances and outcomes of mechanical thrombectomy for acute infarction in very elderly patients: a single center experience. *J Korean Neurosurg Soc* 2017;60:654–60.
56. Alawieh A, Zaraket F. SPOT: Stroke Prognosis in Octogenarians undergoing Thrombectomy. 2018 <http://www.ar-aub.com/spot/index.html> (Accessed 8 Jan 2018).
57. B.Chang, Z.Sun, P. Peiris, E.S., Huang, E. Benrashid, E.D.Dillavou. Deep Learning-Based Risk Model for Best Management of Closed Groin Incisions After Vascular Surgery. *J Surg Res* 2020 Oct;254:408-416. doi:10.1016/j.jss.2020.02.012.
58. Pleger SP, Nink N, Elzien M, Kunold A, Koshty A, Boning A. Reduction of groin wound complications in vascular surgery patients using closed incision negative pressure therapy (ciNPT): a prospective, randomised, single-institution study. *Int Wound J*. 2018;15:75e83.

59. M. Grochowina, L. Leniowska, A.Gala-Błądzińska. The prototype device for non-invasive diagnosis of arteriovenous fistula condition using machine learning methods. *Sci Rep* .2020 Oct 2;10(1):16387. doi: 10.1038/s41598-020-72336-5.
60. Nguyen H., Agu E., Tulu B., Strong D., Mombini H., Pedersen P., Lindsay C., Dunn R. & Loretz L., Machine learning models for synthesizing actionable care decisions on lower extremity wounds. *Smart Health* (2020), doi: <https://doi.org/10.1016/j.smhl.2020.100139>.
61. Zarkowsky DS, Nejim B, Hubara I, Hicks CW, Goodney PP, Malas MB. Deep Learning and Multivariable Models Select EVAR Patients for Short-Stay Discharge. *Vasc Endovascular Surg*. 2021 Jan;55(1):18-25. doi: 10.1177/1538574420954299.
62. Sullivan LM, Massaro JM, D'Agostino RB Sr. Presentation of multivariate data for clinical use: The Framingham Study risk score functions. *Stat Med*. 2004;23(10):1631–1660.
63. Guia UPP (2018). Apple Store
64. Pressure Ulcer Measure (2022). Apple Store
65. Pressure Ulcer Guide (2022). Apple Store
66. MyrealNurse (2024). Apple Store.
67. MpDS (2021). Apple Store.
68. Pedis Score (2021). Apple Store.
69. Wounds Care MI Visual (1998). Apple Store.
70. Smart UPP (2018). Apple Store.
71. QxAApp (2019). Apple Store.
72. Vivas D, I. Roldán , R. Ferrandis , F. Maríne , V. Roldán, A. Tello-Montoliu y cols. Manejo perioperatorio y periprocedimiento del tratamiento antitrombótico: documento de consenso de SEC, SEDAR, SEACV, SECTCV, AEC, SECPRE, SEPD, SEGO, SEHH, SETH, SEMERGEN, SEMFYC, SEMG, SEMICYUC, SEMI, SEMES, SEPAR, SENEC, SEO, SEPA, SERVEI, SECOT y AEU. *Rev Esp Cardiol*. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2018.01.001>.
73. QxAApp (2019). Apple Store.

74. My Vascular Access (2021). Apple Store
75. Vasculink (2022). Apple Store.
76. Gartner Says Worldwide Smartphone Sales Grew 3.9 Percent in First Quarter of 2016. (2016). Gartner.com. Recuperado el 16 de Junio de 2024, desde <http://www.gartner.com/newsroom/id/3323017>
77. <https://www.apple.com/app-store/>
78. <https://www.europapress.es/portaltic/software/noticia-sabes-cuantos-modelos-distintos-hay-equipos-android-20140824120241.html>
79. Edmonds M, Lázaro-Martínez JL, Alfayate-García JM, Martini J, Petit JM, Rayman G, et al. Sucrose octasulfate dressing versus control dressing in patients with neuroischaemic diabetic foot ulcers (Explorer): an international, multicentre, double-blind, randomised, controlled trial. *Lancet Diabetes Endocrinol.* Marzo 2018; 6 (3): 186-196.
80. Meaume S, Truchetet F, Cambazard F et al. A randomized, controlled, double-blind prospective trial with a Lipido-Colloid Technology-Nano-OligoSaccharide Factor wound dressing in the local management of venous leg ulcers. *Wound Repair Regen.* 2012; 20: 4, 500-511.
81. Meaume S, Domp martin A, Lazareth I, Sigal M, Truchetet F, Sauvadet A, et al. Quality of life in patients with leg ulcers: results from CHALLENGE, a double-blind randomized controlled trial. *Journal of Wound Care.* 2017; 26 (7): 368-379.
82. De Maeseneer MG et al., European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2022 Clinical Practice Guidelines on the Management of Chronic Venous Disease of the Lower Limbs, *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery.* <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2021.12.024>.

ANEXO I:
PANTALLAS ULCERAPP VERSIÓN
ANDROID

ANEXO I

IA. PANTALLAS ULCERAPP ANDROID. DIAGNÓSTICO

A continuación se mostrarán las pantallas correspondientes a la sección “Diagnósticos” de la versión Android de UlcerAPP. La numeración de las figuras serán las mismas que corresponden con la versión iOS, para diferenciarlas le pondremos la letra A de Android.

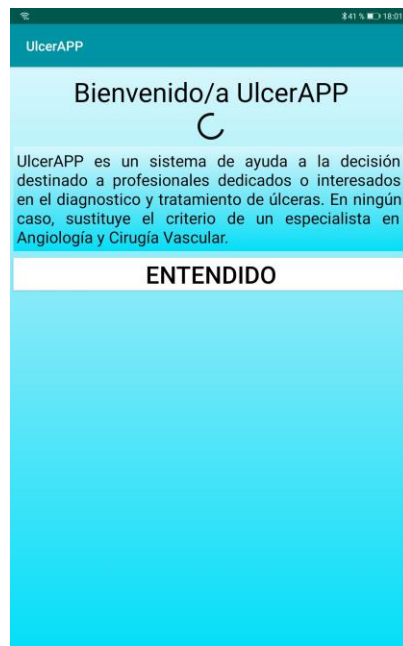


Figura 25A. Pantalla inicial informativa de UlcerAPP. Android.



Figura 26A. Pantalla principal UlcerAPP. Android.



Figura 27A. Pantalla inicial del diagnóstico. Android.



Figura 28A. Pantalla exploración de pulsos. Android

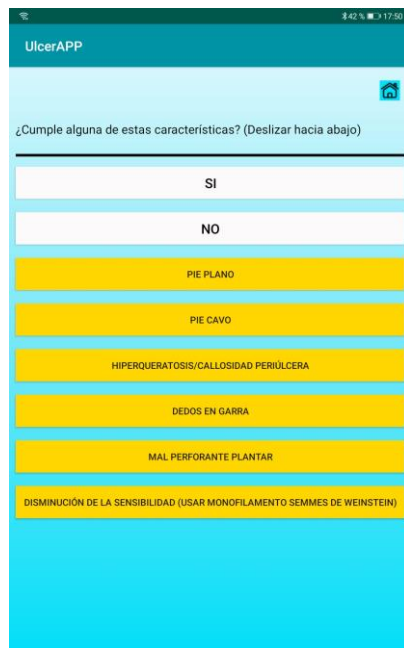
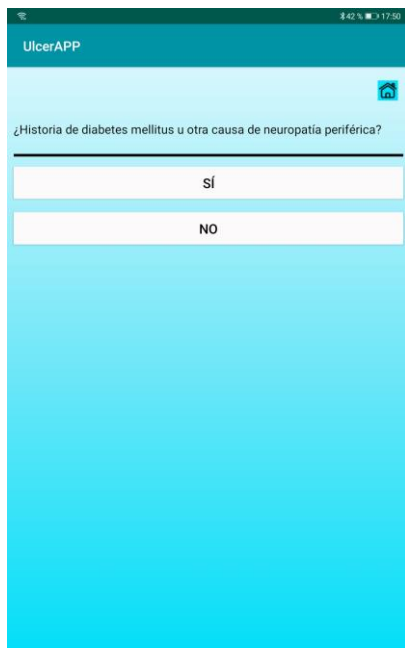


Figura 29A. Pantalla signos de polineuropatía. Android

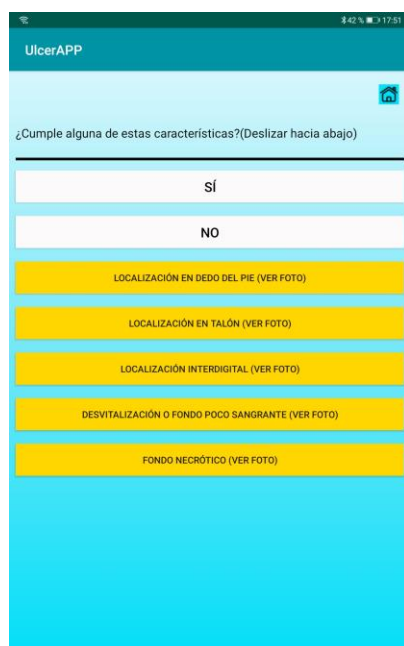


Figura 30A. Pantalla signos de úlcera isquémica. Android

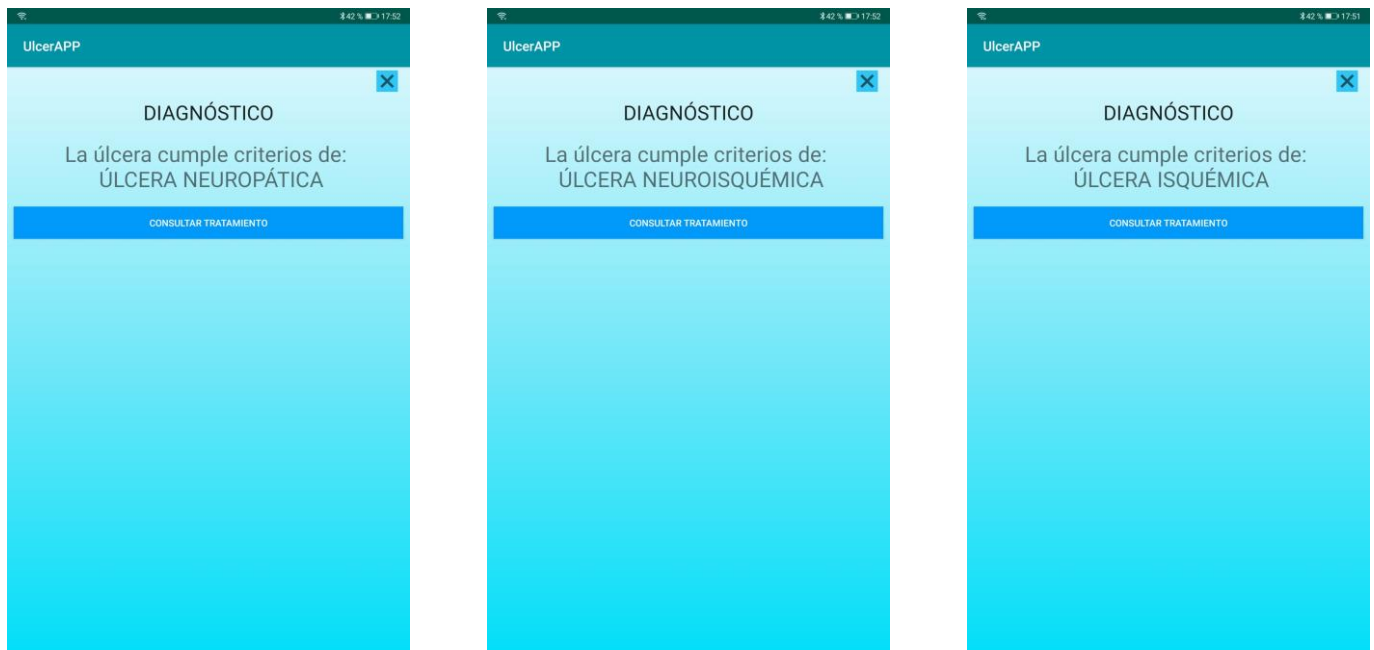


Figura 32A. Pantallas de diagnóstico úlceras localizadas en el PIE. Android.



Figura 33A. Pantallas de diagnóstico “no cumple criterios de etiología vascular”. Android.

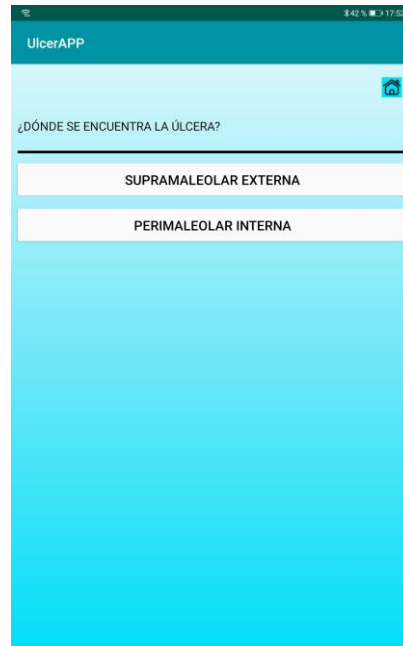


Figura 34A. Pantallas de la localización de la úlcera en la pierna. Android.

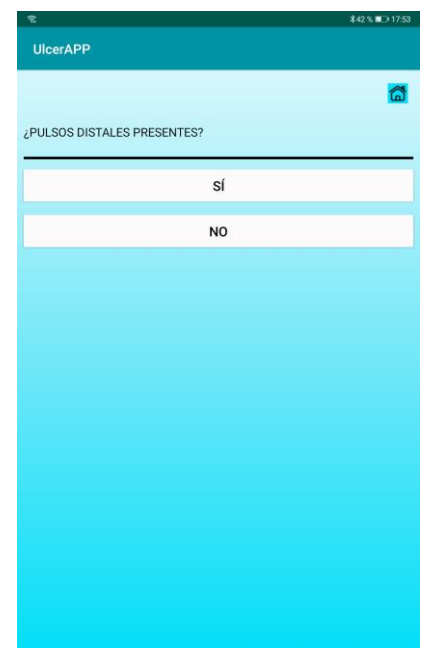
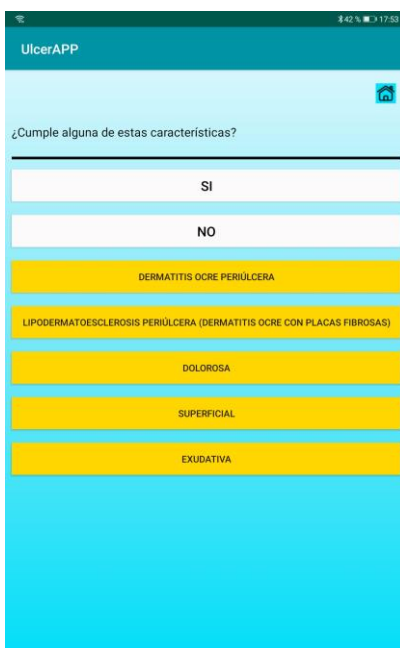


Figura 35A. Pantallas del diagnóstico úlcera con localización supramaleolar externa. Android

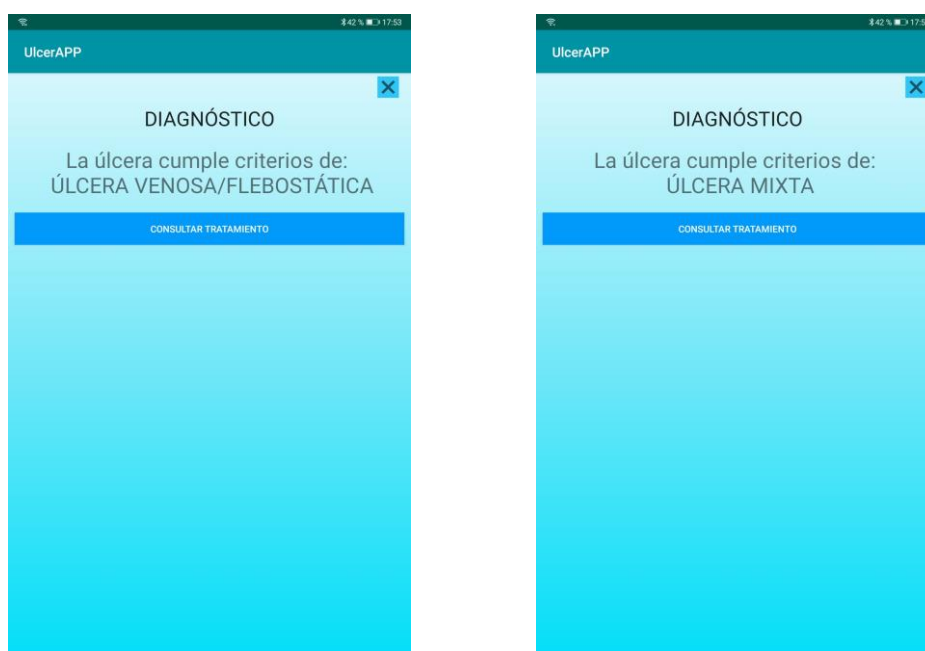


Figura 36A. Pantallas del diagnóstico úlcera flebostática o mixta. Android.

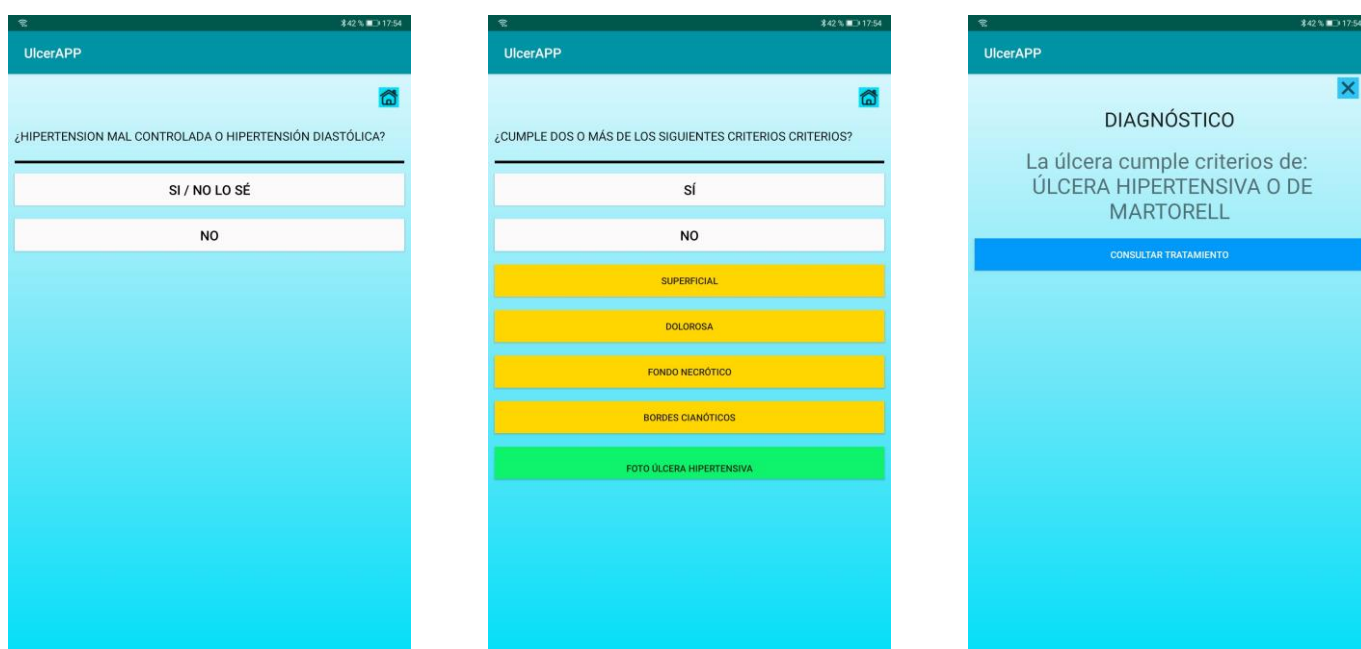


Figura 37A. Pantallas del diagnóstico úlcera hipertensiva o de Martorell. Android

ANEXO I

IB. PANTALLAS ULCERAPP ANDROID. TRATAMIENTOS

A continuación, se mostrarán las pantallas correspondientes a la sección de Tratamientos en la versión Android de UlcerAPP. La numeración de las figuras será igual que en apartado anterior, las mismas que corresponden con la versión iOS, pero con la letra A de Android.

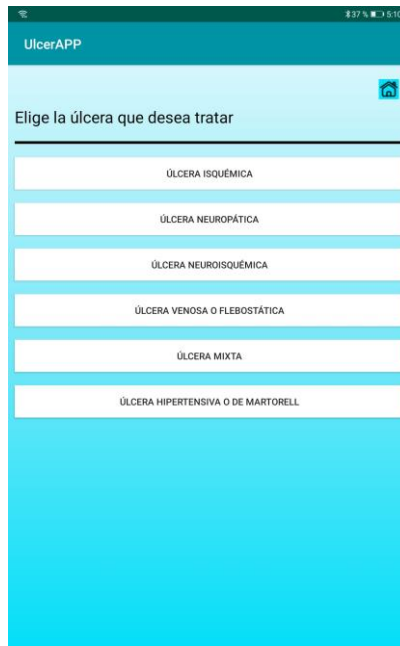


Figura 38A: Pantalla principal tratamientos. Android. Fuente: propia

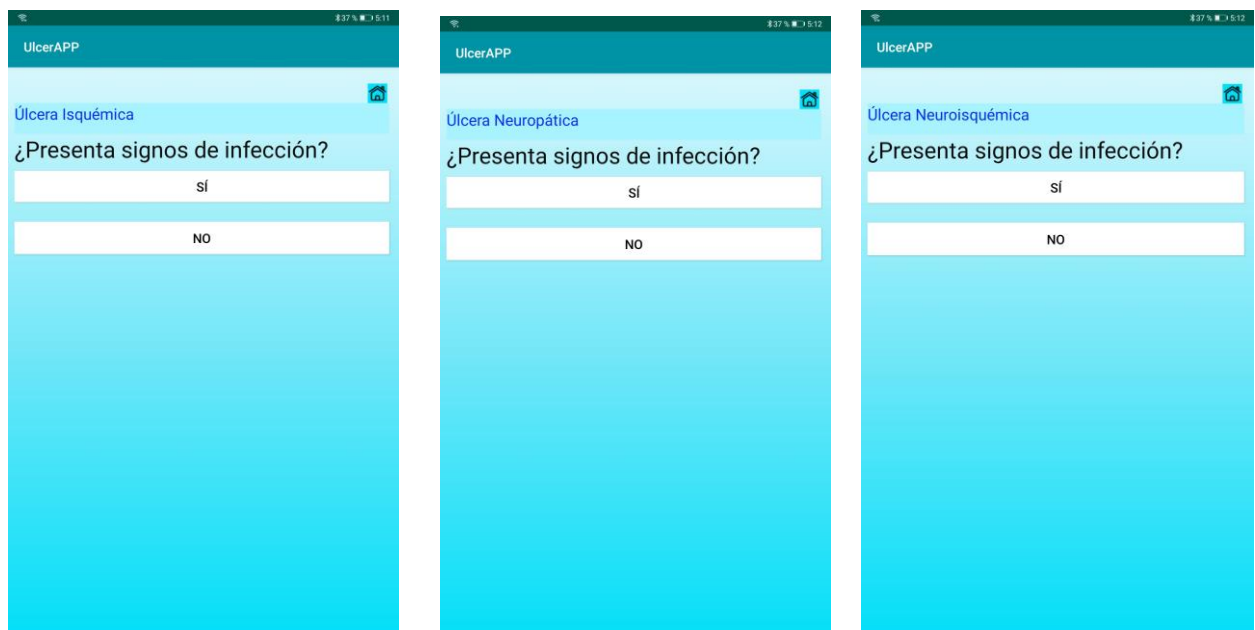


Figura 39.1. Pantalla inicial de Tratamientos úlceras en pie. Android. Fuente: propia

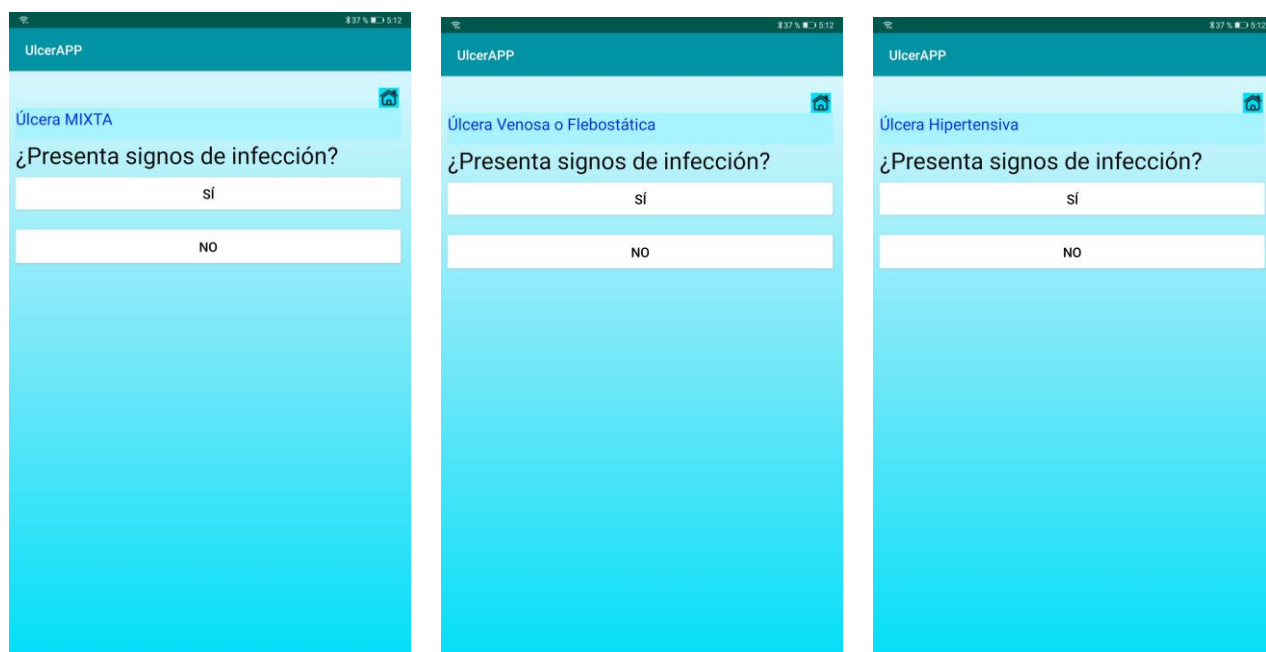


Figura 39.2. Pantall inicial de Tratamientos úlceras en pierna. Android. Fuente: propia

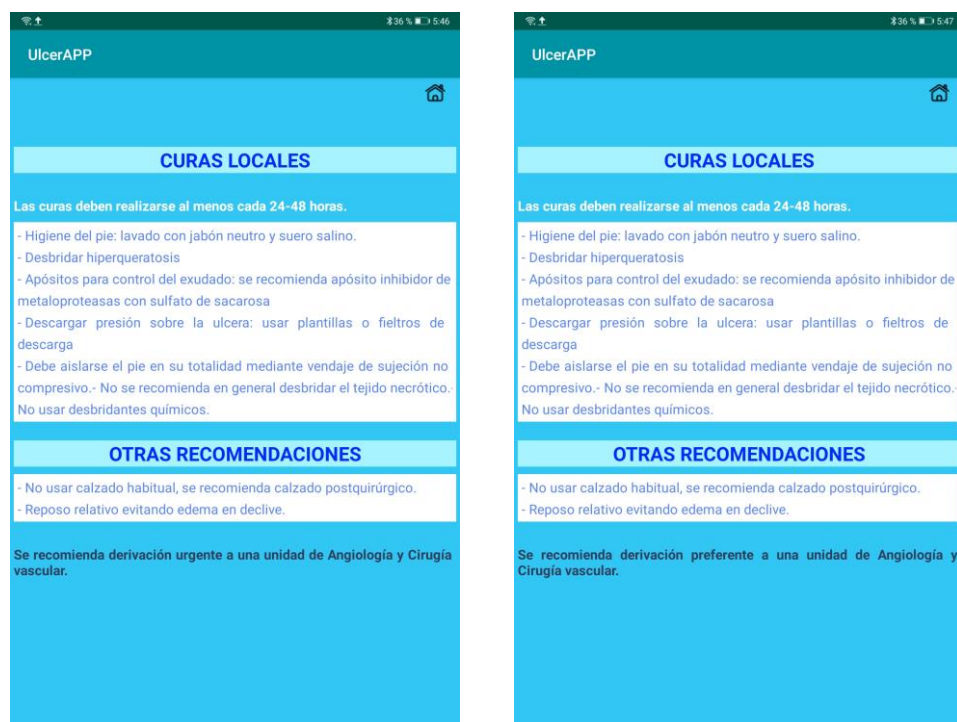


Figura 40A. Tratamiento úlcera isquémica o arterial. Android. Fuente: propia.

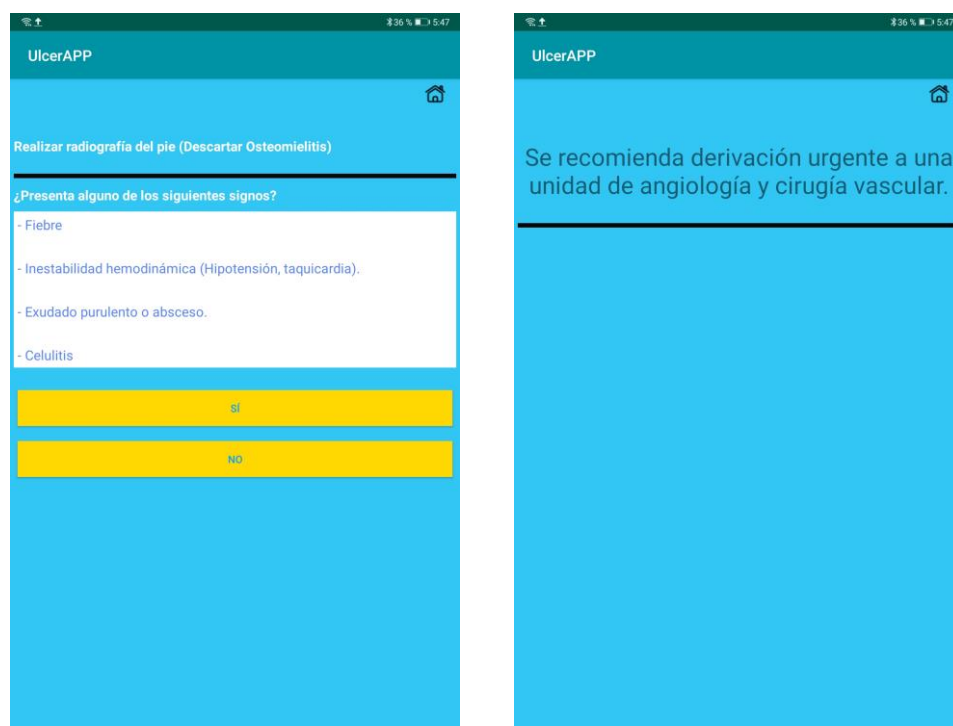


Figura 41A. Pantalla signos de infección con criterios de gravedad úlcera neuropática. Android. Fuente: propia.



Figura 42A. Pantalla singnos de infección sin criterios de gravedad. iOS. Fuente propia.

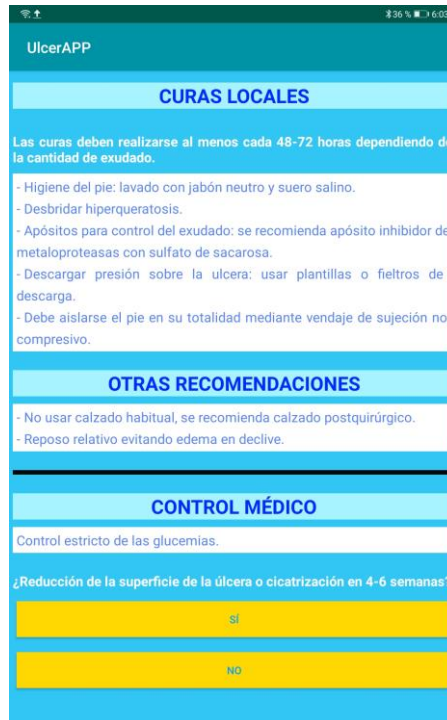


Figura 43A. Pantalla de tratamiento de úlcera neuropática en algoritmo de infección. Android. Fuente: propia.

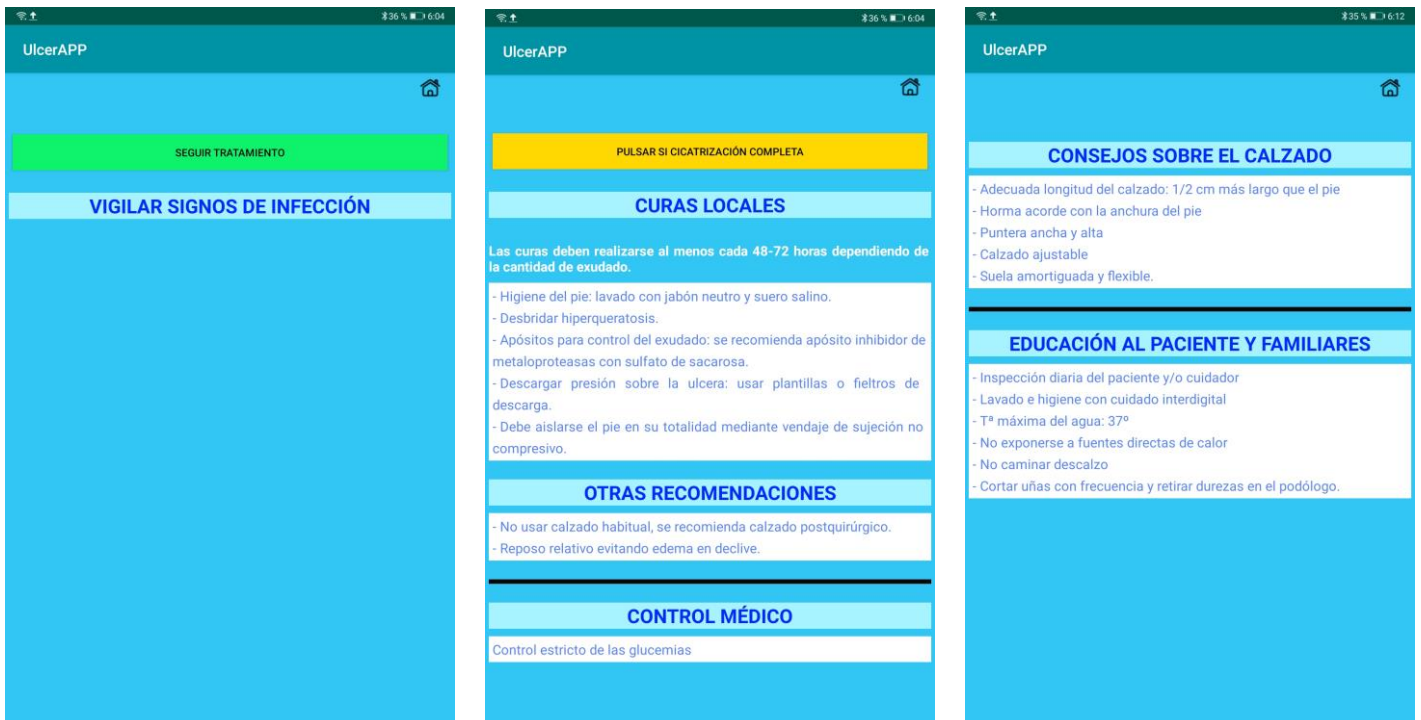


Figura 44A. Pantalla de tratamiento de úlcera neuropática con mas recomendaciones. Android. Fuente: propia.

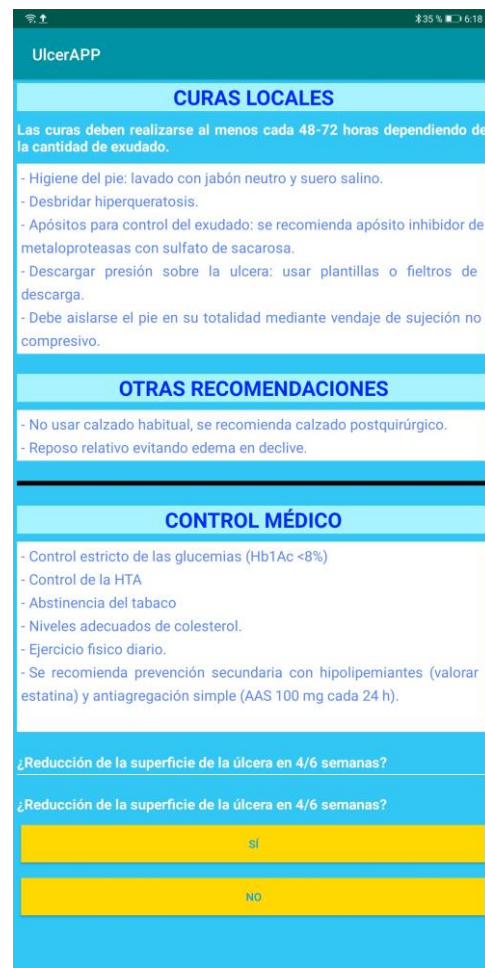
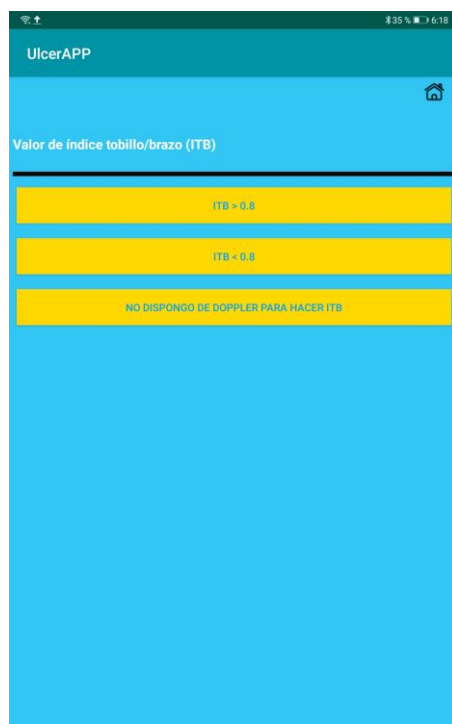


Figura 46A. Pantalla tratamiento úlcera neuroisquémica ITB>0,8. Android. Fuente: propia.

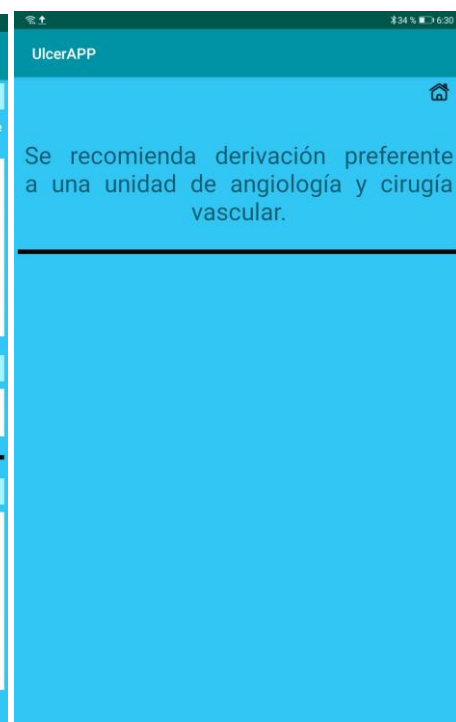
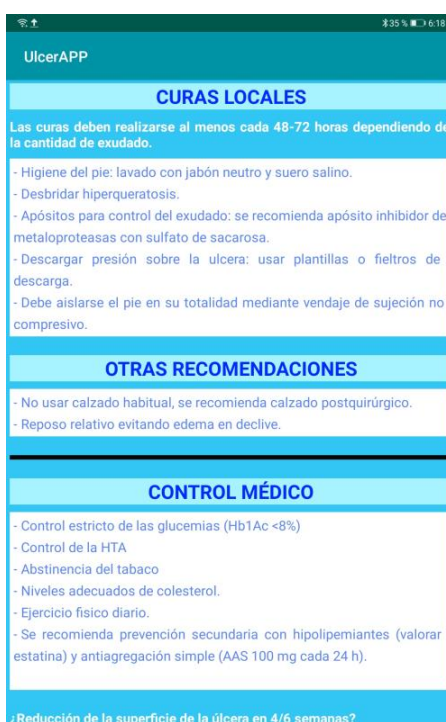
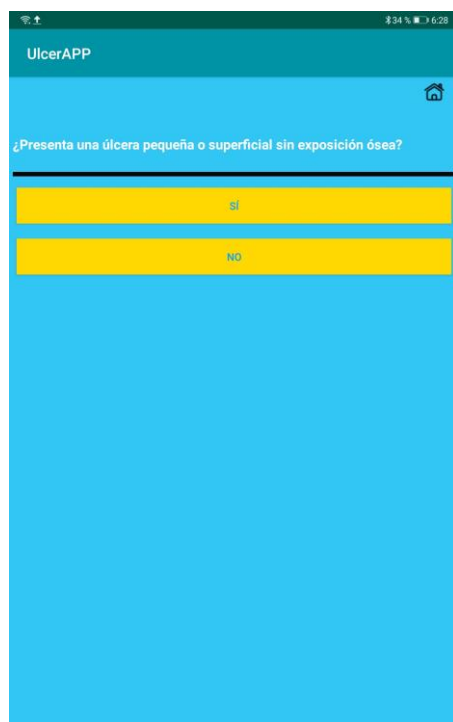


Figura 47A. Pantalla tratamiento de úlcera neuroisquémica sin doppler. Android. Fuente: propia.

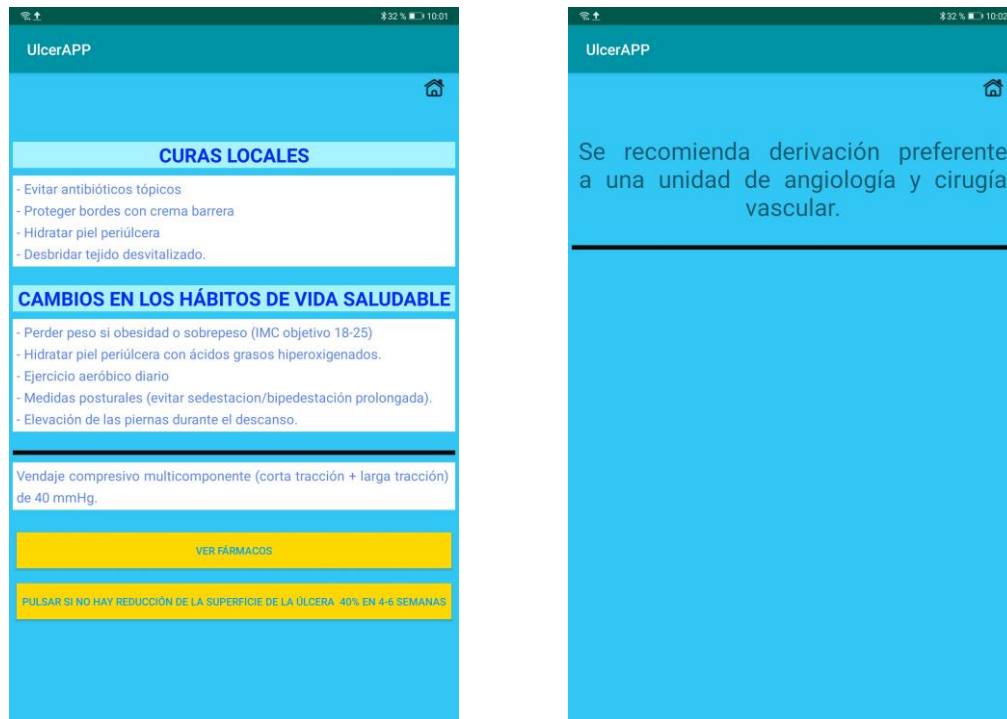


Figura 48A-50A. Pantalla tratamiento de úlcera flebotática o venosa y no reducción en 4-6 semanas. Android. Fuente: propia.



Figura 51A. Pantalla tratamiento úlcera mixta selección ITB. Android. Fuente: propia.

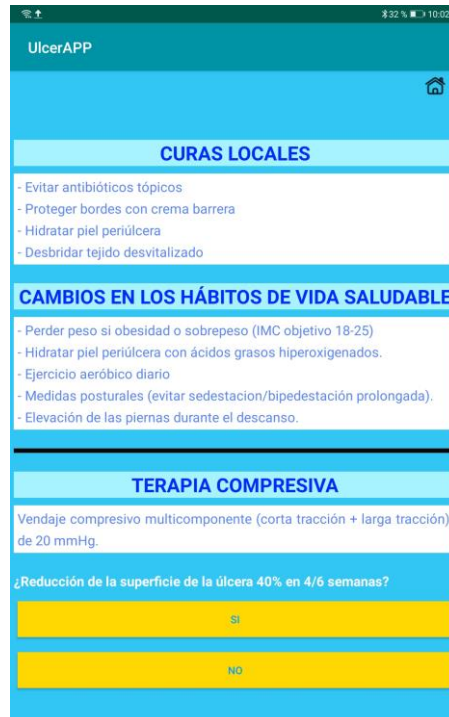


Figura 52A. Pantalla tratamiento úlceras mixtas ITB<0,8. Android. Fuente: propia.



Figura 53A. Pantalla tratamiento úlceras hipertensivas o de Martorell. Android. Fuente: propia.

ANEXO II:

**REVISTAS INDEXADAS Y
COMUNICACIONES EN CONGRESOS**

ANEXO II

Revistas indexadas en JCR

- Rodríguez Padilla J, del Río Solá L, Moñux Ducajú G, de la Torre Díez I. Ayudando a la toma de decisiones en el diagnóstico, tratamiento y seguimiento de úlceras de etiología vascular mediante el empleo de una aplicación móvil. *Angiología* 2024;76(1):1-9
- Publicado en Febrero de 2024

Comunicaciones en congresos

- UlcerAPP: El Sistema de Ayuda a La Decisión para el Diagnóstico, Tratamiento y Seguimiento De las Úlceras de Etiología Vascular

67 Congreso Nacional de Angiología y Cirugía Vascular

Fecha de celebración: 31/05/2022

Entidad organizadora: Sociedad Española de Angiología y Cirugía Vascular

- Ayudando a la toma de decisiones en el Diagnóstico, Tratamiento y Seguimiento de la úlceras de etiología vascular mediante el empleo de una App movil

XIV Simposium Nacional Sobre úlceras por presión y Heridas crónicas

Fecha de celebración: 24/05/2023

Entidad organizadora: GNEAUPP

.