Proyecto Final de Carrera

Departamento de Bioingeniería

Escuela de ingeniería y tecnología

Diseño de *E-Health* App para acceso a datos clínicos relevantes de pacientes sin facultades de responder el interrogatorio médico mediante validación de su identidad con reconocimiento facial

---

Autoras:

Catalina Carenzo - 57146

María de los Milagros Scalese - 55395

Tutor:

Bioing. Matías Tajerian

Diseño de *E-Health* App para acceso a datos clínicos relevantes de pacientes sin facultades de responder el interrogatorio médico mediante validación de su identidad con reconocimiento facial

por Catalina Carenzo y Milagros Scalese

La identificación de un paciente que ingresa a emergencias en un estado de inconsciencia se realiza con documentos personales del mismo que pueden encontrarse entre sus pertenencias o bien con los datos adquiridos a través de sus acompañantes. Sin embargo, este proceso presenta un margen de error debido a que no se puede determinar con certeza la veracidad de los datos ni que estén actualizados. Por otro lado, existen errores humanos en la transcripción de los datos que podrían contribuir a errores en el proceso de identificación. Esto puede perjudicar el diagnóstico del paciente teniendo en cuenta que con los documentos de identificación se accede a los datos clínicos presentes en su historia clínica electrónica (HCE). Además, contar con los datos clínicos de un paciente que es incapaz de responder al interrogatorio médico contribuye al diagnóstico que realiza el personal de salud, mejorando el tratamiento del paciente y la calidad de su atención médica.

El presente proyecto tiene como objetivo diseñar una aplicación de tipo *E-Health* que permita el acceso por parte del personal de salud a los datos clínicos relevantes presentes en la HCE de un paciente incapaz de responder el interrogatorio médico a partir de la validación de su identidad con reconocimiento facial.

La solución planteada involucra en un primer lugar la realización del modelado de los requerimientos para determinar el propósito, el alcance, las funcionalidades, los atributos de calidad y los posibles casos de uso. También abarca la elaboración del diagrama de entidad relación del sistema y del diagrama de clases, estableciendo el flujo de los datos. En segundo lugar, se diseña la arquitectura definiendo sus componentes y estableciendo su integración con otros sistemas bajo el estilo arquitectónico Modelo-Vista-Controlador (MVC). En paralelo, se tiene en cuenta la interoperabilidad FHIR para la adquisición de los datos clínicos presentes en la HCE de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y la mensajería con el ReNaPer para utilizar el servicio ofrecido por la API del Sistema de Identidad Digital para la validación de la identidad. En tercer lugar, en la lógica de negocios, se determinan cuáles datos presentes en la HCE son de relevancia mostrar en situaciones de emergencia. Finalmente, se tiene en cuenta por un lado la evaluación de la implementación de la aplicación en el sistema sanitario actual, para la cual se realizan encuestas y, por otro lado, la experiencia del usuario, para la que se diseña una interfaz y se la prueba con potenciales usuarios.

El trabajo realizado muestra que este proyecto podría ser utilizado para implementarse en una aplicación para ser incorporada en los hospitales y establecimientos sanitarios a cargo del GCBA contemplando la factibilidad de la integración de los sistemas mencionados anteriormente y los resultados favorables de las encuestas y de las pruebas de usuario realizadas al personal de salud.

Agradecimientos

A nuestro tutor, el **Bioing. Matías Tajerian**, por su tiempo, dedicación y ayuda para que avancemos en este proceso.

Al **Bioing. Federico Paschetta**, nuestro profesor, por acompañarnos en nuestros últimos años de la carrera, dándonos un soporte diario.

A **Leandro Alassia**, gerente de informática sanitaria del GCBA, y a **Sebastián Stranieri**, CEO de VU Security, que aclararon nuestras dudas, lo que nos permitió entender el funcionamientos de los sistemas involucrados en el desarrollo del proyecto.

Al **Dr. Fabricio Ballarini**, director de la carrera y profesor, por brindarnos su ayuda a lo largo de este proyecto.

Al **Dr. Carlos Lazzarino**, a la **Dra. Naual Boffelli**, a la **Bioing. Úrsula Bonomi** y a la **Bioing. Cecilia Argibay**, que se hicieron espacio en sus compromisos para responder nuestras consultas y de esta manera permitirnos entender el sistema sanitario.

A nuestras compañeras, la **Bioing. Agostina Rey** y **Marina Fuster**, estudiante de Ing. Informática, por darnos rescate cuando nos encontrábamos perdidas en el mundo de la Ingeniería de Software.

A la **Diseñadora Multimedia Pilar Crognale**, por darnos las herramientas necesarias para lograr el diseño de la aplicación que buscábamos.

A todos los que respondieron las encuestas, en especial al personal de salud que se tomó el tiempo en medio de esta pandemia de realizar la experiencia de usuario y darnos su *feedback*.

Al **ITBA** y a nuestros docentes, que nos ayudaron a llegar hasta nuestra meta final. Meta que además de un título, nos dejará algo mucho más importante, la amistad que forjamos juntas.

Por último, pero no menos importante, a nuestras familias y amigos/as que nos acompañaron en estos años, ayudándonos en nuestros momentos difíciles y festejando en los buenos. Por su paciencia infinita, por siempre gracias.

Índice general

I Presentación 1

1. Introducción **1**

1.1. Planteo del problema . . . 2
1.2. Solución . . . 2

2. Objetivos **4**

2.1. Objetivos de mínima . . . 4
2.2. Objetivos de máxima . . . 5

3. Metodología de Trabajo **5**

3.1. Modelado del proceso . . . 7

II Estado del Arte 8

4. Contexto **8**

4.1. Sistema de salud en CABA . . . 8
4.2. Llegada al hospital e identificación del paciente . . . 8
4.3. Sistema de información hospitalarios . . . 10
4.3.1. Historia clínica electrónica . . . 10
4.4. HCE: Situación actual en CABA . . . 12
4.5. Red Nacional de Salud Digital . . . 16
4.6. E-Health . . . 17
4.7. Biometría . . . 17
4.7.1. Biometría para la identificación de personas: situación en Argentina . . . 18
4.7.2. Biometría en la medicina . . . 20

III Desarrollo 22

5. Modelado de Requerimientos **22**

5.1. Propósito . . . 22
5.2. Alcance . . . 22
5.3. Identificación de participantes . . . 22
5.4. Funcionalidades . . . 23
5.4.1. Narrativa . . . 23
5.4.2. Especificación . . . 24
5.5. Requerimientos . . . 24
5.5.1. Requerimientos funcionales . . . 25
5.5.2. Requerimientos no funcionales . . . 26

5.6. Modelado de casos de uso . . . 27
5.7. Diagrama de canal . . . 38
5.8. Diagrama de entidad relación . . . 45
5.9. Diagrama de flujo de datos . . . 50
5.10. Diagrama de clases . . . 51
5.10.1. Usuario . . . 53
5.10.2. Parámetros . . . 53
5.10.3. Acceso_perSalud . . . 53
5.10.4. Persona . . . 54
5.10.5. Paciente . . . 55
5.10.6. Resultados . . . 55
5.10.7. Acceso_adm . . . 55

6. Modelado del Diseño 56
6.1. Estilo arquitectónico . . . 56
6.2. Refinamiento de la arquitectura . . . 56
6.2.1. Primer diseño: diagrama en contexto . . . 56
6.2.2. Segundo diseño: diagrama de componentes . . . 57
6.2.3. Tercer diseño: arquitectura física . . . 58
6.2.4. Cuarto diseño: modelo - vista - controlador . . . 60
6.3. Integración de sistemas . . . 61
6.3.1. Bases de datos . . . 61
6.3.2. Interoperabilidad . . . 62

7. Lógica de Negocios 63
7.1. Descripción de recursos . . . 65
7.1.1. Paciente . . . 65
7.1.2. Intolerancias y alergias . . . 65
7.1.3. Listado de problemas y antecedentes . . . 65
7.1.4. Observaciones . . . 66
7.1.5. Dispositivos . . . 66
7.1.6. Consentimiento . . . 66
7.1.7. Medicación . . . 66
7.2. Búsqueda de conceptos deseados . . . 66
7.2.1. Información personal del paciente . . . 67
7.2.2. Condición de salud . . . 68
7.2.3. Reacciones adversas . . . 70
7.2.4. Voluntades del paciente . . . 71

8. Consideraciones del Marco Legal 72

9. Consideraciones de Seguridad **73**
9.1. Plan de tratamiento de los riesgos . . . 74
9.1.1. Seguridad administrativa . . . 75
9.1.2. Seguridad técnica . . . 76
9.1.3. Seguridad física . . . 78

10.Gestión del Cambio **78**
10.1. Hardware, software e infraestructura . . . 79
10.2. Contenido clínico . . . 79
10.3. Interfaz humano-computadora . . . 80
10.4. Participantes . . . 80
10.5. Comunicación y proceso . . . 81
10.6. Características organizacionales y políticas internas . . . 81
10.7. Regulaciones . . . 82
10.8. Medición y monitoreo . . . 82

11.Evaluación de Implementación de la Aplicación **83**

12.Diseño de la Interfaz **84**
12.1. Prototipo . . . 84
12.1.1. Selección de colores . . . 84
12.1.2. Tipografía . . . 85
12.1.3. Diseño del logo . . . 86
12.2. Testear . . . 86
12.3. Diseño de pantallas . . . 87
12.3.1. *Userflow* . . . 94

IV Resultados **96**

13.Resultados de Encuestas **96**
13.1. Encuesta población/pacientes . . . 96
13.2. Encuesta personal de salud . . . 97
13.2.1. Médicos . . . 98
13.2.2. Enfermeros . . . 100

14.Prueba de Usabilidad **101**

V Discusión **105**

15.Cumplimiento de Objetivos **105**

16.Evaluación de la Aplicación **105**
16.1. Evaluación de la aplicación propuesta . . . 105
16.2. Análisis de otros estilos arquitectónicos . . . 106

17.Implementación en el Sistema Sanitario **108**
17.1. Población/Pacientes . . . 108
17.2. Personal de salud . . . 110

18.Evaluación de la Interfaz **111**

19.Privacidad y Seguridad de los Datos **111**

20.Ética **112**

21.Beneficios y Fortalezas **113**
21.1. Punto de vista del paciente . . . 113
21.2. Punto de vista económico . . . 113
21.3. Punto de vista de resultados a nivel población . . . 113
21.4. Punto de vista del personal de salud . . . 114

22.Debilidades **114**
22.1. Necesidad de identificación personal . . . 114
22.2. Validación de la identidad de personas y distorsiones en su rostro . . . 115
22.3. Información provista . . . 116

23.Coronavirus **116**
23.1. Utilización del barbijo y reconocimiento facial . . . 117

24.Propuestas a Futuro **117**

VI Conclusión **118**

Referencias **119**

A. Marco Teórico **124**
A.1. Definición de software . . . 124
A.2. Modelado de requerimientos . . . 124
A.2.1. Modelado basados en escenario . . . 125
A.2.2. Modelado de comportamiento . . . 126
A.2.3. Modelos de flujo . . . 126
A.2.4. Modelos de clase . . . 127
A.3. Modelado del diseño . . . 128
A.3.1. Estilo arquitectónico . . . 129
A.3.2. Diagrama en contexto . . . 130
A.3.3. Modelado de componentes . . . 131

A.3.4. Arquitectura física . . . 131
A.4. Diseño de la interfaz . . . 132
A.5. Reconocimiento facial . . . 133
A.5.1. Grado de similitud del reconocimiento facial . . . 134

B. Recursos de FHIR 134
B.1. Recursos de FHIR Adicionales . . . 147
B.2. CarePlan . . . 147
B.3. DeviceRequest . . . 148
B.4. ImmunizationRecommendation . . . 148
B.5. MedicationRequest . . . 149
B.6. NutritionOrder . . . 150
B.7. ServiceRequest . . . 151
B.8. PractionerRole . . . 151
B.9. MedicationAdministration . . . 152
B.10. MedicationDispense . . . 152
B.11. MedicationStatement . . . 153
B.12. Immunization . . . 153
B.13. ImagingStudy . . . 154
B.14. Group . . . 154
B.15. Location . . . 154
B.16. Practitioner . . . 155
B.17. Organization . . . 155
B.18. CareTeam . . . 155
B.19. RelatedPerson . . . 156
B.20. DeviceDefinition . . . 156

C. Elaboración de Encuestas 157
C.1. Encuesta paciente . . . 157
C.1.1. Introducción . . . 157
C.1.2. Caracterización . . . 157
C.1.3. Establecimientos de salud . . . 157
C.1.4. Biometría . . . 158
C.1.5. Datos médicos . . . 159
C.2. Encuesta personal de salud . . . 160
C.2.1. Introducción . . . 160
C.2.2. Caracterización . . . 160
C.2.3. Establecimientos sanitarios . . . 161
C.2.4. Datos médicos del paciente . . . 161
C.2.5. Herramientas tecnológicas . . . 162

Índice de figuras

1. Teorema fundamental de la Informática Médica . . . 2
2. Estructura de desglose de proyecto . . . 6
3. Modelado del proceso de software en cascada . . . 7
4. CeSACS con HCE implementada en porcentajes [31] . . . 13
5. Personas empadronadas en la HCE [31] . . . 13
6. Información personal del paciente . . . 14
7. Resumen de la Historia Integral de Salud del paciente . . . 14
8. Apartado “Solicitudes” donde se pueden solicitar prácticas o procedimientos para el paciente . . . 15
9. Apartado “Vacunas” con sus ventanas “Calendario” e “Histórico” . . . 15
10. Datos mínimos para el empadronamiento de una persona en la HCE de CABA . . . 16
11. Bus de interoperabilidad para integrar la información provista por las diferentes organizaciones de salud . . . 17
12. Tecnologías soportadas por el SID . . . 19
13. Estudio realizado por Tractica donde se muestra el dinero que se destinará a la biometría por el ámbito de salud en los próximos años [43] . . . 21
14. Diagrama básico para describir el flujo de funcionalidades de Medic. Se puede observar al administrador a cargo del establecimiento sanitario **(a)** quién monitoreará los accesos de los usuarios **(b)**. El personal de salud utilizará la aplicación en emergencias **(c)** utilizando el DNI del paciente **(d)** para primero identificarlo y luego validar su identidad con reconocimiento facial **(e)**. En el caso que la identidad sea identificada **(f)** y que su HCE, exista el personal de salud podrá acceder a los datos médicos relevantes del paciente. . . . 24
15. Diagrama preliminar de caso de uso . . . 28
16. Diagrama de canal para CUPS1: Identificar con foto del DNI o número de DNI y sexo al paciente y validar su identidad con reconocimiento facial para acceder a su información clínica relevante . . . 39
17. Diagrama de canal para CUPS2: Identificar con foto del DNI o número de DNI y sexo al paciente para acceder a su información clínica relevante . . . 40
18. Diagrama de canal para CUPS3: Filtrar la información a partir de filtros predeterminados . . . 41
19. Diagrama de canal para CUPS4: Ingreso incorrecto . . . 42
20. Diagrama de canal para CUA1: Alta de usuario . . . 43
21. Diagrama de canal para CUA2: Baja de usuario . . . 43
22. Diagrama de canal para CUA3_1: Modificar estado de usuario - Bloquear cuenta del usuario . . . 44
23. Diagrama de canal para CUA3_2: Modificar estado de usuario - Desbloquear cuenta del usuario 44
24. Diagrama de canal para CUA3_3: Reestablecer contraseña y/o pregunta de seguridad del usuario 45
25. Diagrama de canal para CUA4: Consultar perfil del usuario . . . 45
26. Diagrama de entidad relación para *Medic* . . . 49
27. Diagrama de flujo de datos nivel 0 . . . 50
28. Diagrama de flujo de datos nivel 1 . . . 51
29. Diagrama de flujo de datos nivel 2 - Activar cámara . . . 51
30. Diagrama de flujo de datos nivel 2 - Filtrar datos . . . 51
31. Diagrama de clases para Medic . . . 52

32. Diagrama en contexto de Medic . . . 57
33. Diagrama de la arquitectura con sus componentes esenciales . . . 58
34. Arquitecura Física de Medic . . . 58
35. Diseño de la arquitectura con modelo vista controlador . . . 60
36. La HCE y su relación con los componentes de un sistema de información clínico [51] . . . 62
37. Ilustración de las relaciones entre las 8 dimensiones del modelo socio técnico para la implementación de tecnologías de información en el ambiente sanitario [30] . . . 78
38. Paleta de colores realizada con la plataforma *Coolors* [74] . . . 85
39. Paleta de colores realizada con la plataforma *Coolors* donde se puede observar la distinción de colores para personas con deuteranopia [74] . . . 85
40. Tipografía Lato elegida del paquete *Google Fonts* [76] . . . 86
41. Logo característico de *Medic* . . . 86
42. Logo secundario de *Medic* jugando con la tipografía . . . 86
43. Pantallas de bienvenida . . . 88
44. Pantallas de acceso del personal de salud . . . 88
45. Pantallas de acceso del personal de salud . . . 89
46. Pantallas para identificar al paciente . . . 89
47. Pantallas para identificar al paciente . . . 90
48. Pantallas para identificar al paciente . . . 90
49. Identidad del paciente validada . . . 91
50. Identidad del paciente no validada . . . 91
51. Pantallas para el *display* de datos clínicos . . . 92
52. Pantallas para el *display* de datos clínicos . . . 92
53. Pantallas para el *display* de datos clínicos . . . 93
54. Pantalla de HCE no encontrada . . . 93
55. Pantallas para el cierre de sesión . . . 94
56. Userflow de *Medic* . . . 95
57. Respuestas por parte de los pacientes . . . 96
58. Respuestas por parte de los pacientes . . . 97
59. Datos de los encuestados . . . 97
60. Respuestas por parte de los profesionales en medicina . . . 98
61. Respuestas por parte de los profesionales en medicina . . . 99
62. Respuestas por parte de los profesionales en enfermería . . . 100
63. Respuestas por parte de los profesionales en enfermería . . . 101
64. Diagrama de zonas para una arquitectura basada en microservicios . . . 107
65. Notación para casos de uso . . . 125
66. Notación para diagramas de canal . . . 126
67. Notación para diagrama de entidad relación . . . 127
68. Notación para diagrama de clases . . . 128
69. Esquema de estilo arquitectónico MVC . . . 130
70. Diagrama en módulos de un sistema biométrico de reconocimiento [46] . . . 133
71. Imagen con las distancias entre los puntos característicos de la cara [46] . . . 134

72. Recurso *CarePlan* . . . 147
73. Recurso *DeviceRequest* . . . 148
74. Recurso *ImmunizationRecommendation* . . . 148
75. Recurso *MedicationRequest* . . . 149
76. Recurso *NutritionOrder* . . . 150
77. Recurso *ServiceRequest* . . . 151
78. Recurso *PractionerRole* . . . 151
79. Recurso *MedicationAdministration* . . . 152
80. Recurso *MedicationDispense* . . . 152
81. Recurso *MedicationStatement* . . . 153
82. Recurso *Immunization* . . . 153
83. Recurso *ImagingStudy* . . . 154
84. Recurso *Group* . . . 154
85. Recurso *Location* . . . 154
86. Recurso *Practitioner* . . . 155
87. Recurso *Organization* . . . 155
88. Recurso *CareTeam* . . . 155
89. Recurso *RelatedPerson* . . . 156
90. Recurso *DeviceDefinition* . . . 156

Índice de tablas

1. Hospitales y establecimientos de salud a cargo del GCBA [12] . . . 8
2. Requerimientos funcionales . . . 25
3. Atributos de calidad con sus respectivos requerimientos no funcionales . . . 27
4. Plantilla de caso de uso para CUPS1: Identificar con foto del DNI o número de DNI y sexo al paciente y validar su identidad con reconocimiento facial para acceder a su información clínica relevante . . . 31
5. Plantilla de caso de Uso para CUPS2: Identificar con foto del DNI o número de DNI y sexo al paciente para acceder a su información clínica relevante . . . 32
6. Plantilla de Caso de Uso CUPS3: Filtrar la información a partir de filtros predeterminados . . . 33
7. Plantilla de Uso para CUPS4: Ingreso incorrecto . . . 34
8. Plantilla de Caso de Uso CUA1: Alta de usuario . . . 35
9. Plantilla de Caso de Uso CUA2: Baja de usuario . . . 35
10. Plantilla de caso de uso CUA3_1: Modificar estado de usuario - Bloquear cuenta del usuario . . . 36
11. Plantilla de caso de uso CUA3_2: Modificar estado de usuario - Desbloquear cuenta del usuario . 36
12. Plantilla de Caso de Uso CUA3_3: Reestablecer contraseña y/o pregunta de seguridad del usuario 37
13. Plantilla de Caso de Uso CUA4: Consultar perfil del usuario . . . 38
14. Diccionario para el DER . . . 48
15. Descripción de las categorías, subcategorías y tipos de los conceptos deseados a presentar por la aplicación . . . 65
16. Conceptos deseados y sus parámetros de búsqueda correspondientes para la categoría *Condición de salud* . . . 69
17. Conceptos deseados y sus parámetros de búsqueda correspondientes para la categoría *Alergias e Intolerancias* . . . 71
18. Conceptos deseados y sus parámetros de búsqueda correspondientes para la categoría *Valores del paciente* . . . 71
19. Evaluación de experiencia de usuario para el usuario 1 . . . 102
20. Evaluación de experiencia de usuario para el usuario 2 . . . 102
21. Evaluación de experiencia de usuario para el usuario 3 . . . 103
22. Evaluación de experiencia de usuario para el usuario 4 . . . 103
23. Evaluación de experiencia de usuario para el usuario 5 . . . 104
24. Evaluación de experiencia de usuario para el usuario 6 . . . 104
25. Evaluación de la arquitectura teniendo en cuenta los atributos de la calidad . . . 106
26. Tabla que describe la relación entre el porcentaje de semejanza y su grado en términos cualitativos [46] . . . 134
27. Tabla que describe los atributos del recurso *Patient* según [97] . . . 136
28. Tabla que describe los atributos del recurso *AllergyIntolerance* según [98] . . . 138
29. Tabla que describe los atributos del recurso *Condition* según [99] . . . 139
30. Tabla que describe los atributos del recurso *Procedure* según [100] . . . 141
31. Tabla que describe los atributos del recurso *Observation* según [101] . . . 143
32. Tabla que describe los atributos del recurso *Device* según [102] . . . 144

33. Tabla que describe los atributos del recurso *Consent* según [103] 146
34. Tabla que describe los atributos del recurso *Medication* según [104] 147

Glosario

- AAA: Protocolo de Autenticación, Autorización y Contabilización o Auditoría
- API: Application Programming Interface
- CABA: Ciudad Autónoma de Buenos Aires
- CDA: Clinical Document Architecture
- CeSAC: Centro de Salud y Acción Comunitaria
- DER: Diagrama de Entidad Relación
- DNI: Documento Nacional de Identidad
- EDO: Enfermedades de Declaración Obligatoria
- ESB: Enterprise Service Bus
- FHIR: Fast Healthcare Interoperability Resources
- GCBA: Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires
- HC: Historia Clínica
- HCE:Historia Clínica Electrónica
- HIMSS: Healthcare Information and Management Systems Society
- HIPAA: Health Insurance Portability and Accountability Act
- HITECH: Health Information Technology for Economic and Clinical Health
- HIS: Hospital Information System
- HL7: Estándar de mensajería desarrollado por Health Level 7 International
- HTML: Hypertext Markup Language
- HTTP: Hypertext Transfer Protocol
- HTTPS: HyperText Transfer Protocol Secure
- IEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers
- IOM: Institute of Medicine
- ISO: International Organization for Standardization
- IUTEM: IT Usability Evaluation Model
- JSON: JavaScript Object Notation
- LOINC: Logical Observation Identifiers Names and Codes

- MPI: Master Patient Index
- MSA: Arquitectura Basada en Microservicios
- MVC: Modelo Vista Controlador
- ReNaPer: Registro Nacional de las Personas
- REST: REpresentational State Transfer
- SID: Sistema de Identidad Digital
- SNOMED: Systematized Nomenclature of Medicine
- SOA: Arquitectura Basada en Servicios
- SOAP: Simple Object Access Protocol
- UML: Unified Model Language
- URI: Uniform Resource Identifier
- URL: Uniform Resource Locator
- UX: User eXperience
- VPN: Virtual Private Network
- XML: eXtensible Markup Language

Parte I

Presentación

1. Introducción

Hoy en día, cuando un paciente en estado de inconsciencia ingresa a un establecimiento sanitario, se procede a identificarlo y se le realizan una serie de estudios para evaluar su estado y obtener datos clínicos esenciales para determinar su tratamiento. La identificación de pacientes en este estado se realiza principalmente con documentos personales, con los datos adquiridos a través de sus acompañantes o con la utilización de las aplicaciones ICE (por sus siglas en inglés, *In Case of Emergency*) del propio celular del paciente para acceder a datos personales o mismo, a la reciente historia clínica electrónica (HCE). Esto presenta un posible riesgo a la confidencialidad del paciente, así también como a la veracidad de los datos dado que no se puede determinar con certeza que lo hallado esté actualizado o sea verdadero. Además, en caso de no contar con documentos personales ni otra forma de identificación, no es posible acceder al historial clínico del paciente. Se ve entonces, un interés de proporcionar una herramienta para identificar al paciente unívocamente con sus datos clínicos especialmente en situaciones de emergencia.

Al analizar la posible herramienta para brindar una solución al problema planteado, entra el juego el software, hoy presente en muchos aspectos de la vida de las personas. Particularmente, hay un gran interés por las aplicaciones móviles teniendo en cuenta las funciones y características que las mismas pueden brindar. Específicamente, analizando los 2.7 billones de personas que son usuarios de un *smartphone*, se estima que el 49 % de ellos abre una de las aplicaciones que tiene descargada más de 11 veces al día [1]. Esto es debido a que el software distribuye información, transformando sus datos y brindando luego los medios para obtenerla en distintas formas de modo que pueda ser más útil en varios contextos y pueda ser manipulada en la forma adecuada ajustándose según las necesidades del usuario. Este auge se extiende tanto a áreas de la medicina así como también en áreas que buscan fortalecer la seguridad del usuario al usar una aplicación, como la biometría. En esencia, el mercado de salud digital global, que ha crecido a pasos galopantes, estima alcanzar los 200 billones de dólares a fines de 2020 (teniendo en cuenta que en 2019 este se valuó en 106 billones de dólares) [2]. Este mercado ha hecho foco en soluciones diseñadas, no solo para cuidar la salud del paciente y prevenir enfermedades, sino también para ayudar a los proveedores de atención médica a lograr sus objetivos clínicos brindándole al mismo tiempo confianza clínica al paciente, tal como lo es la incorporación de la historia clínica electrónica en los establecimientos sanitarios. En paralelo, para el mercado de la biometría a nivel global, se espera que para fines del 2020 alcance una valuación de 19.08 billones de dólares (comparado con 16 billones de dólares en 2019), teniendo en cuenta que la biometría se está usando cada vez en más organizaciones para brindar mayor seguridad a la hora de realizar trámites y de esta manera lograr identificar unívocamente a la persona [3][4]. Como se puede analizar, día a día los límites entre entidades se ven cada vez más reducidos ante el crecimiento de tecnologías centrándose estas cada vez más en la persona a fin de optimizar su experiencia en los distintos ámbitos.

1.1. Planteo del problema

Los estudios a los que se somete un paciente sin facultades de responder al interrogatorio médico con un riesgo vital inmediato o previsible, no demoran el ingreso del paciente al hospital, pero sí el tiempo de diagnóstico. Los mismos son necesarios ya que arrojarán información que contribuya a la toma de decisiones del personal médico a la hora de determinar el tratamiento del paciente. En paralelo, es necesaria la optimización del tiempo del personal de salud y de los recursos de un hospital, teniendo en cuenta el presente sistema sanitario de la Ciudad de Buenos Aires y considerando que la atención a un paciente en estado de emergencia puede no ser instantánea. Por ello, es de suma importancia identificar aquellos datos clínicos necesarios en una situación de emergencias para evitar realizar estudios que se podrían deducir a partir de la información presente en la historia clínica, o evitar un tratamiento no acorde para el paciente en cuestión. Conjuntamente es importante considerar la seguridad del paciente, asegurándole una correcta identificación, aún así cuando el mismo no disponga de las facultades para presentarse. Sin embargo, nunca se debe perder de vista la experiencia del paciente en el establecimiento sanitario evitando herramientas que atenten contra su intimidad.

1.2. Solución

Se propone una aplicación de tipo *E-health*, llamada ***Medic***, para ser instalada en dispositivos móviles (más precisamente *smartphones*) que no solo permita al personal de salud acceder a datos clínicos relevantes del paciente presentes en su historia clínica electrónica de una forma amigable, sino que también permita validar su identidad con sus rasgos biométricos obtenidos mediante reconocimiento facial con su Documento Nacional de Identidad (DNI).

Se busca que *Medic* forme parte del sistema de información hospitalaria de los establecimientos sanitarios de CABA y sea utilizada por el personal de salud en caso que un paciente no pueda responder al interrogatorio médico. Además, esto aumentaría la productividad y disponibilidad del personal de salud, obviando interrupciones en su flujo de trabajo y reduciendo costos al establecimiento sanitario evitando por ejemplo, estudios redundantes y duplicados. A su vez, la incorporación de la biometría aumentaría la seguridad y el control de identidad, permitiendo una identificación unívoca y universal reduciendo posibles errores humanos.

En estos beneficios, se ve reflejado el teorema fundamental de la informática médica, propuesto por Charles Friedman, estableciendo que los sistemas informáticos pueden ayudar a mejorar la calidad de atención, interviniendo a nivel de los errores humanos así como también, en otros niveles del cuidado de la salud como en la solicitud de prácticas preventivas [5]. Es decir que una persona que trabaja en asociación con un recurso de información es “mejor” que la misma persona sin ayuda como se esquematiza en la figura 1.

Figura 1: Teorema fundamental de la Informática Médica

El uso de este software implicaría aprovechar el auge del mismo, utilizando servicios existentes tal como el ofrecido por el Registro Nacional de las Personas (ReNaPer) para la validación de identidad con rasgos biométricos del rostro de una persona y la existencia de la HCE obligatoria de CABA en todos los hospitales y centros

de salud a cargo del GCBA. Sin perder generalidad, se debe mencionar la incorporación de la interoperabilidad en los sistemas de salud, de manera que se puede intercambiar información médica proveniente de diversas fuentes gracias a la estandarización de términos utilizados en este ámbito, permitiendo que el paciente se mueva libremente en el entorno sanitario. Entonces, si a este proyecto de software se le exige interoperabilidad, podría integrarse al sistema de salud. De esta manera, utilizando en conjunto los servicios prestados por la HCE de CABA y el ReNaPer, su función se ampliará, logrando fundamentalmente mejorar la calidad de atención hacia el paciente permitiendo al personal de salud tomar decisiones con información previa y un mayor conocimiento estableciendo su cuidado continuo (*continuum asistencial*) [6].

Debido a la sensibilidad de los datos con los que se está tratando (respecto a los datos médicos y los datos para identificar a la persona) es importante considerar ciertas cuestiones:

- **Aceptabilidad**: Debe ser aceptado por los pacientes como un método de reconocimiento y optimización de diagnóstico, que pueda ser integrado en situaciones de emergencia y por el personal de salud para que sea usado como una herramienta en su trabajo.
- **Funcionamiento**: Se buscará integrar el sistema para lograr un funcionamiento óptimo y confiable en conjunto con los otros sistemas de información.
- **Robustez**: Se considerarán distintos aspectos funcionales y no funcionales presentando una herramienta sólida y robusta.

Se ve entonces, que es esencial que el software tenga una alta calidad para cubrir los aspectos previamente descritos. Para ello, hay que aplicar la ingeniería de software, la cual refiere a un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable al desarrollo, operación y mantenimiento del mismo y posteriormente estudiar estos enfoques y aplicarlos específicamente en la aplicación propuesta [7]. Es necesario establecer la estructura del proceso de ingeniería de software que consta de 5 actividades fundamentales:

1. **Comunicación**: Antes de comenzar a desarrollar el proyecto, es de suma importancia establecer los requerimientos desde el punto de vista del personal de salud, de los pacientes y del servicio de informática del hospital. Así se pueden reunir y definir los requerimientos que ayudan a definir características y funciones del software a desarrollar.
2. **Planeación**: Una vez establecidas las características y funciones de *Medic*, se establece un plan describiendo las tareas a realizar, los posibles recursos y los productos de trabajo que se obtendrán.
3. **Modelado**: Este paso consta de establecer cómo se ve arquitectónicamente el software a fin de determinar el diseño que satisfaga todos los requerimientos del mismo.
4. **Construcción**: Se genera código y se realizan pruebas.
5. **Despliegue**: La entidad generada se entrega al consumidor para ser evaluado y realizar el *feedback* correspondiente.

Principalmente se aborda la actividad de modelado (3) para entender mejor la entidad que se va a construir. El modelo debe representar la información que el software transforma, su arquitectura y las funciones que permiten que esto ocurra. Para lograr esto se consideran dos grandes etapas: el modelado de requerimientos y el modelado de diseño.

El **modelado de requerimientos** consta de representar los requerimientos del software mediante la ilustración en el dominio de la información (considerando los datos de entrada, los datos que se transforman y los datos de salida), el dominio funcional (las funciones internas y externas que beneficiarán al personal de salud que manejará la aplicación) y el dominio de comportamiento (el comportamiento de la aplicación frente a la interacción del personal de salud y los datos que el mismo ingresa). Por otra parte, el **modelado de diseño** abarca aspectos tales como el estilo arquitectónico (el esqueleto del sistema que se construirá), la arquitectura física (la manifestación de los componentes del sistema diseñando una un flujo de datos eficaz entre los mismos) y el detalle a nivel de los componentes (contemplando la cohesión, el acoplamiento y la interoperabilidad entre componentes). Para estas dos instancias se utiliza abstracción, es decir se buscará dar límites conceptuales dando una simplificación de un elemento. Para ello, se abordan dos niveles de abstracción: el bajo y el alto. Se hace especial uso del lenguaje de modelado unificado (UML por sus siglas en inglés *"Unified Model Language"*), un modelo estandarizado para describir un enfoque de programación orientada a objetos que proporciona gráficos para modelar el software de una manera comprensible a nivel global [8]. Los diagramas comienzan con un alto nivel de abstracción, con soluciones en términos más gruesos a partir del lenguaje del ambiente del problema. Estos diagramas luego se refinan y elaboran dando más detalles específicos de la implantación. Finalmente, se llega a detalles más finos que hacen énfasis en la estructura y estilo arquitectónico del sistema.

Es importante mencionar que en el presente proyecto la instancia de construcción no se contempla y al considerar el despliegue, se tiene en cuenta la amigabilidad del usuario con el diseño de la interfaz, mostrando cómo se ve la misma en un *smartphone* a través de una maqueta de la aplicación evaluando la interacción con el usuario final. Una vez integrados los requerimientos y la arquitectura, se procede con la lógica de negocios para determinar cómo será la obtención de los datos clínicos deseados.

Sin perder generalidad, a fin de presentar una solución íntegra, logrando que el proyecto pueda ser implementado, es importante tener en cuenta cuestiones relacionadas con el contexto en el que se estaría implementando la aplicación, tales como el marco legal, la seguridad y la gestión del cambio.

Se cree que, desde la perspectiva de la bioingeniería, se puede proporcionar un análisis mucho más rico de los aspectos mencionados a tratar proveyendo de una visión que permita estudiar al sistema sanitario como un todo y, una vez que se concluya que la implementación de la aplicación es factible, sería interesante extender el proyecto a un grupo de ingeniería informática para que construya el código que se acople con el proyecto propuesto.

2. Objetivos

2.1. Objetivos de mínima

- Diseñar una aplicación que permita al personal de salud identificar a una persona y validar su identidad para acceder a sus datos clínicos.
- Establecer la integración de los distintos subsistemas (sistema de reconocimiento facial utilizando un ID persona y sistema de acceso a datos clínicos un ID paciente) en un único sistema interoperable.
- Proveer de los datos clínicos relevantes ya presentes en la historia clínica electrónica que serían necesarios para el personal de salud en caso de emergencia.

2.2. Objetivos de máxima

- Diseñar un prototipo de aplicación (interfaz) para el personal de salud.
- Evaluar la situación del contexto sanitario actual para la implementación de la aplicación considerando tanto el impacto en el paciente, en el personal de salud y los establecimientos sanitarios.
- Evaluar experiencia de usuario para el personal de salud.

3. Metodología de Trabajo

Para llevar a cabo el presente proyecto, en primer lugar se estudian los sistemas de información en el contexto sanitario de CABA. Para ello se realizan varias entrevistas con Leandro Alassia, gerente de Informática Sanitaria de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. En segundo lugar, se evalúan las herramientas para la identificación de personas, para lo que se entrevista a Sebastián Stranieri, CEO de VU Security (compañía encargada del servicio de identificación con biometría en el ReNaPer). Una vez definidos los sistemas involucrados en la aplicación, se debe estudiar su implementación considerando temas respecto de la seguridad de los datos médicos, del marco legal y de la gestión del cambio. Por tal motivo, es necesario no solo realizar una gran investigación de estos temas, sino que también se debe interrogar a actores del entorno sanitario. Específicamente se entrevista a la bioingeniera Úrusula Bonomi, responsable del área de bioingeniería del Hospital Argerich, a la médica Naual Boffelli y a Carlos Lazzarino, docente de informática médica en el ITBA.

Luego se estudian los conceptos respecto a la ingeniería de software y se procede a diseñar la aplicación. El último paso de ello es definir los datos de salida de la misma entendiendo cuáles serían de utilidad para el personal de salud en situaciones de emergencia. Para ello se estudia con profundidad FHIR y la bibliografía referente a la implementación de las alertas en la historia clínica electrónica considerando que estas refieren a una condición o estado activo del paciente que requiere de una atención especial [9].

En paralelo, dado que se busca que la aplicación sea implementable y aceptada tanto por los pacientes y el personal de salud, se realizan encuestas para entender el contexto sanitario y evaluar la controversia de la aplicación.

Finalmente, se entrevista a la diseñadora multimedia Pilar Crognale, para obtener las herramientas necesarias para diseñar una aplicación amigable con alta usabilidad, entendiendo que el usuario sería el personal de salud. El prototipo diseñado se prueba luego en potenciales usuarios, cuyo *feedback* permite realizar cambios a fin de optimizar el diseño de la aplicación.

A continuación, se presente una estructura de desglose de proyecto para un mayor entendimiento del proceso.

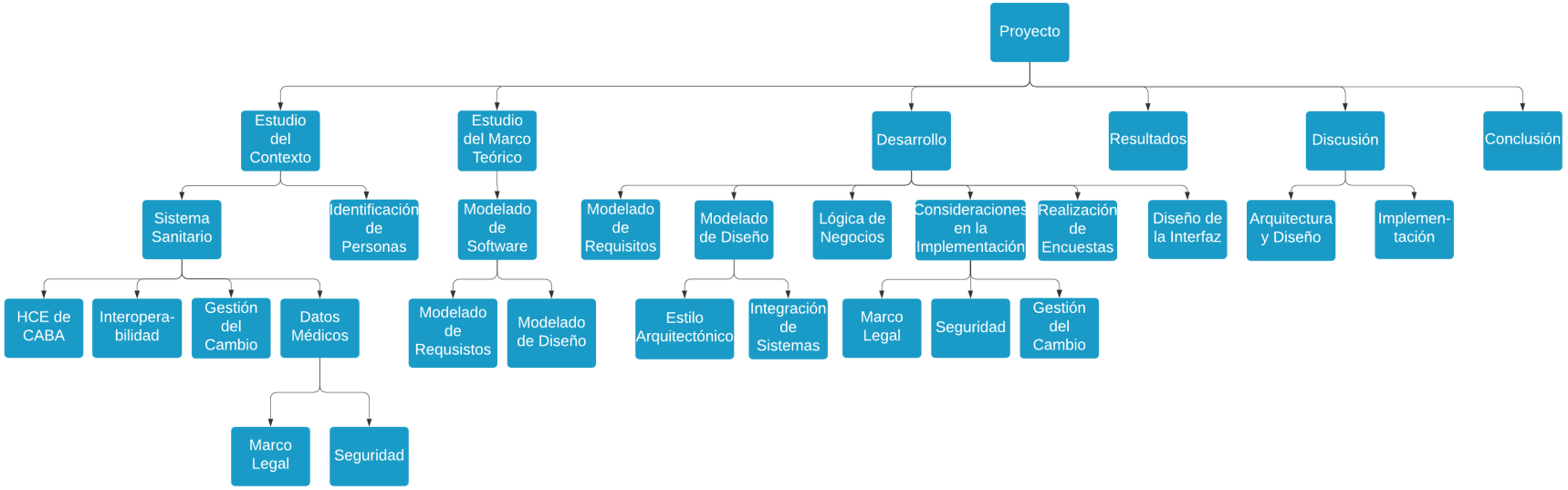


Figura 2: Estructura de desglose de proyecto

3.1. Modelado del proceso

Para ordenar el desarrollo del software es necesario seleccionar modelos de proceso ya que estos dan cierta estructura al trabajo. En la teoría existen varios modelos y todos incluyen las 5 actividades de la ingeniería de software mencionadas anteriormente (comunicación, planeación, modelado, construcción y despliegue). El modelo presenta una visión y descripción abstracta en cada instancia del proceso, teniendo en cuenta que se realiza el modelado del proyecto, esperando que a futuro se lo implemente.

Para el desarrollo del presente software se selecciona el **modelo de la cascada** [7]. Este sugiere un enfoque sistemático y secuencial para el desarrollo, que comienza con la especificación de los requerimientos y avanza a través de las actividades de ingeniería de software. Se lo selecciona debido a que se espera que este trabajo fluya en forma lineal, buscando que los requerimientos estén bien definidos en una primera instancia y tengan una estabilidad razonable.

En el modelo de la cascada también hay un lazo de retroalimentación continua para mejorar el software y que la funcionalidad requerida del mismo sea posible. Además, como se utilizan servicios externos, en todas las instancias hay que tener en cuenta su integración en el software. Así las etapas se superponen y proporcionan información a las otras, según se observa en la siguiente figura.

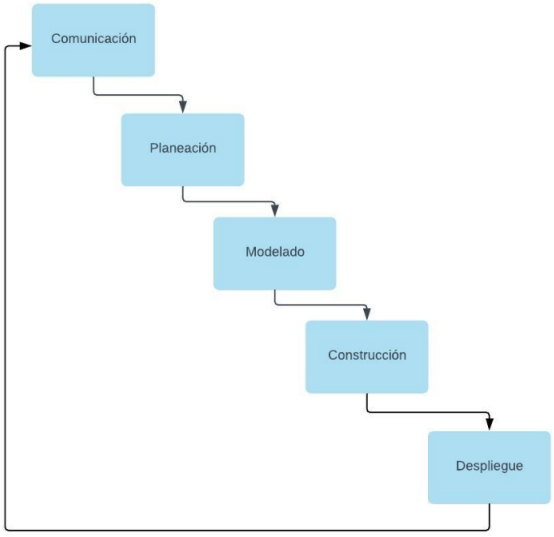


Figura 3: Modelado del proceso de software en cascada

Analizando la figura 3 en conjunto con la figura 2, se puede ver que la etapa de comunicación y planeación se corresponde con el estudio del contexto y marco teórico, y las etapas de modelado y despliegue se abordarán a lo largo del desarrollo.

Parte II

Estado del Arte

4. Contexto

4.1. Sistema de salud en CABA

El sistema de salud en Argentina consta de tres niveles: el **primario** (acciones y servicios destinados a la promoción, prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación en especialidades básicas y modalidades ambulatorias), el **secundario** (acciones y servicios de atención ambulatoria especializada y aquellas que requieran internación) y el **terciario** (acciones y servicios que por su alta complejidad médica y tecnológica son el último nivel de referencia de la red asistencial). A su vez hay una fragmentación en tres subsectores: el público, el privado y uno de seguridad social. El **subsector público** se divide a su vez en los niveles nacional, provincial (en este nivel se encuentra la Ciudad de Buenos Aires y es de principal interés para este proyecto) y municipal, quedando este sometido a las normativas de su jurisdicción. A este sector tienen derecho al acceso todos los habitantes, independientemente de si cuentan con alguna cobertura social o privada [10]. Dentro de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, según la Ley Básica de Salud número 153, se garantiza el derecho a la salud integral de todas las personas en el territorio de la Ciudad y alcanza a todas las personas sin excepción, sean residentes o no residentes de la misma [11]. Particularmente, dentro de los establecimientos sanitarios públicos que se encuentran en CABA, los que se mencionan en la tabla 1 son aquellos que están a cargo del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (GCBA) y son de relevancia para el proyecto, encontrando hospitales y Centros de Salud y Acción Comunitaria (CeSAC).

Efectores de salud del GCBA		
Con internación	H. Grales.Agudos	Álvarez, Argerich, Durand, Fernández, Gierson, Penna, Piñero, Pirovano, Ramos Mejía, Rivadavia, Santojanni, Tornú, Vélez Sarsfield, Zubizarreta
	H. Grales De Niños	Elizalde, Gútierrez
	H. Especializados	Alvear, Borda, Moyano, Tobar García, Sardá, Udaondo, Muñiz, Oncología, Quemados, María Ferrer, IREP, Rocca, Santa Lucía, Lagleyze
Sin internación	H. Odontológicos	Dueñas, Carrillo, Infantil Quinquela Martín
Atención Primaria	45 CeSAC	
	Centros Médicos Barriales, Médicos y Odontólogos de Cabecera	

Tabla 1: Hospitales y establecimientos de salud a cargo del GCBA [12]

Actualmente, los efectores del GCBA brindan atención a millones de personas tanto residentes de CABA como no residentes, principalmente a aquéllas sin cobertura. Es importante destacar que, según el censo de 2010, en Argentina el 36 % de la población se atiende exclusivamente en servicios públicos de salud y no cuenta con ningún tipo de cobertura de salud [10].

4.2. Llegada al hospital e identificación del paciente

Cuando un paciente llega a la guardia de un establecimiento de salud se clasifica la situación según si es emergencia, urgencia o no urgencia, utilizándose el *triage* para clasificar la prioridad de atención. El *triage*

consiste en la selección y clasificación de pacientes cuando la demanda y las necesidades clínicas superan a los recursos. Tiene como finalidad identificar y priorizar al paciente más grave evaluando rápidamente las funciones básicas (vías aéreas, ventilación y circulación) y los signos vitales del paciente. Luego se hace un cuestionario de 4 preguntas básicas (el llamado "Interrogatorio Médico") para identificar el síntoma primario, el carácter del síntoma, si es asociado y si tiene antecedentes. Una vez hecho esto se realiza una inspección específica verificando el aspecto general del paciente, su respiración, circulación y su estado neurológico. Cuando se finalizan las etapas del *triage*, el profesional de enfermería establece las prioridades asistenciales con el nivel de gravedad. La clasificación se divide en emergencia, urgencia o no urgencia como se mencionó anteriormente, correspondiendo la emergencia a los procesos agudos o críticos con riesgo de muerte que deben ser atendidos inmediatamente [13].

En cuanto a los pacientes que se encuentran en un estado de pérdida de conciencia y son atendidos por el SAME (Sistema de Atención Médica de Emergencias), sus normas de atención médicas indican cómo actuar en estos casos clasificando la atención del paciente en una fase prehospitalaria y una intrahospitalaria [14]. En la fase prehospitalaria se comienza evaluando los signos vitales para descartar o no el paro cardiorespiratorio (PCR). Para ello se evalúa la vía aérea, para luego desobstruir y evaluar la respiración y frecuencia cardíaca y, en caso de que se encuentre en PCR, se le realiza al paciente reanimación cardiopulmonar (RCP). Posteriormente se indica obtener información a través de testigos (si es que los hay) y aflojar las ropas del paciente. Por otro lado se encuentra la fase intrahospitalaria, la cual comienza cuando el paciente llega al hospital. Los pacientes encontrados en la vía pública de CABA serán trasladados a un establecimiento sanitario público de jurisdicción de CABA.

Sin perder generalidad, la identificación del paciente es un aspecto muy importante que hay que tener en cuenta cuando este llega al servicio de emergencias médicas de un hospital ya que, para preservar la salud del paciente, no es recomendable obtener muestras biológicas y realizar actuaciones de riesgo sin identificación previa del mismo teniendo en cuenta que se podría estar obviando información presente en la historia clínica respecto a alergias, condiciones de salud especiales y voluntades del paciente. Estos aspectos entonces, junto con información demográfica personal del paciente, podrían ser de utilidad a la hora de determinar el tratamiento.

La identificación se suele realizar en la admisión del paciente. Es necesario para esto la acreditación de la identidad de la persona, es decir que se debe presentar una identificación personal válida. En los casos donde no se presenta documentación, la identificación se basa sólo en información referida por el paciente o por terceros aunque esta información, especialmente de terceros, suele no ser confiable.

Particularmente, hay situaciones en las cuales la obtención de datos del paciente no es sencilla, como por ejemplo, para los pacientes inconscientes que ingresan a emergencias sin acompañantes y fueron encontrados inconscientes en la vía pública. A estos, como se mencionó anteriormente según las normas del SAME, se indica desvestirlos y aflojar sus ropas teniendo en cuenta que los pacientes alérgicos, epilépticos y diabéticos pueden llevar pulseras o medallas donde se informa de esa condición. También muchas personas pueden tener en sus documentos y papeles (agendas, recibos de sueldo, etc.) datos útiles respecto a su salud (grupo sanguíneo, constancias de ser Testigos de Jehová, decisiones respecto a donación de órganos). A pacientes que no se logró identificar luego de buscar entre sus objetos personales, se les suele asignar las siglas NN, las cuales provienen de las palabras en latín *Nomen Nescio* haciendo referencia a un nombre desconocido, y luego se le realizan las pruebas de ingreso al hospital (la evaluación inicial, la evaluación clínico-neurológica y estudios complementarios específicos) para caracterizar al paciente a fin de reducir su riesgo de vida, ya que, en el servicio de emergencias, el diagnóstico preciso en un mínimo de tiempo es fundamental para garantizar los mejores resultados [15]. Para

algunos pacientes se logra encontrar información luego de que el personal médico busque entre sus objetos personales. Sin embargo, ninguno de los documentos de identificación (DNI o CUIL por ejemplo) demuestra ser lo suficientemente confiable para identificarlo debido al posible error humano de tipeo que puede interferir con la identificación del paciente (afirmándose esto en diferentes reportes [16][17]) y por lo tanto perjudicando al diagnóstico del mismo. Particularmente, un estudio realizado por el Ponemon Institute, en el que se entrevistaron a 503 individuos encargados del registro de pacientes en el ámbito de la salud, menciona que el 64 % de ellos está de acuerdo con que la incorrecta identificación de un paciente sucede frecuentemente y el 84 % de ellos concluye también en que esto trae problemas en su diagnóstico [18].

4.3. Sistema de información hospitalarios

Los sistemas de información hospitalarios (HIS, por sus siglas en inglés *Hospital Information System*) surgen ante la incorporación de nuevos sistemas de información sanitaria para desarrollarlos y gestionarlos eficiente y estratégicamente. Buscan optimizar procesos, incrementar la productividad y la gestión sanitaria (aspectos clínicos, financieros y administrativos) en espacios donde el paciente interactúa con el sistema de salud.

4.3.1. Historia clínica electrónica

La historia clínica (HC) forma parte del HIS de un hospital. Puede definirse como el repositorio que contiene la información relativa a la salud de un paciente. Existen dos formatos de almacenamiento de esta: utilizando papel o la electrónica, contando el primer formato con las desventajas que esto implica en la disponibilidad y accesibilidad (falta de integración entre niveles de atención), formato y contenido. La historia clínica electrónica soluciona todos los problemas asociados a la HC en papel y, además, ofrece ventajas adicionales. El Instituto de Medicina (IOM; por sus siglas en inglés de *Institute of Medicine*) definió en 1991 a la HCE como *"... aquella que reside en un sistema electrónico específicamente diseñado para recolectar, almacenar, manipular y dar soporte a los usuarios en cuanto a proveer accesibilidad a datos seguros y completos, alertas, recordatorios y sistemas clínicos de soporte para la toma de decisiones, brindando información clínica importante para el cuidado de los pacientes..."*, definición que fue ampliada más adelante, dejando en claro que la HCE es mucho más que computarizar la HC en papel [19]. La estructura, funcionalidad y forma de presentación de la información de la HCE varía en función de cada establecimiento, pero es imprescindible que exista una adecuada integración de los diferentes sistemas de información clínica y clínico-administrativa de los que se nutre esta.

A la hora de implementar la HCE, así como también cualquier HIS que sea integrable con ellas, es sumamente importante considerar ciertos requisitos que se desarrollan a continuación.

Integración con otros sistemas o interoperabilidad

El IEEE (por sus siglas en inglés *Institute of Electrical and Electronics Engineers*) define a la interoperabilidad como *"La habilidad de dos o más sistemas (o componentes de estos) para intercambiar y usar la información intercambiada"* [20].

En el ámbito de la salud esto implica según la HIMSS (por sus siglas en inglés *Healthcare Information and Management Systems Society*) *"la capacidad de diferentes sistemas de información, dispositivos y aplicaciones ("sistemas") para acceder, intercambiar, integrar y utilizar de manera cooperativa los datos de manera coordinada, dentro y a través de las fronteras organizacionales, regionales y nacionales, para proporcionar una portabilidad de la información oportuna y sin problemas y optimizar la salud de los individuos y las poblaciones*

a nivel mundial" [21].

Un requisito indispensable para la incorporación de la HCE es contar con un índice maestro de pacientes (MPI, por sus siglas en inglés *Master Patient Index*). Esto es una base de datos que utilizan las organizaciones de salud para identificar de manera precisa a las personas en sus diferentes departamentos, asignándoles un identificador único pudiendo integrar la información provista por los distintos departamentos en la salud [17].

De acuerdo a la HIMSS, la interoperabilidad tiene diferentes niveles dentro de los cuales hay que considerar distintos estándares para facilitarla. Principalmente, estos estarán determinados por el estándar de mensajería HL7, desarrollado por la organización *Health Level 7 International*, cuya misión es la de proveer un marco completo con estándares relacionados para el intercambio, integración y recuperación de información electrónica de salud que soporte la práctica clínica y el gerenciamiento y evaluación de servicios de salud. Esto se consigue utilizando estándares específicos en cada nivel de interoperabilidad:

- **Organizacional:** Implica que la información pueda ser intercambiada entre las organizaciones involucrando a las políticas propias de cada una.
- **Semántica:** Implica que el receptor interprete la información de la misma manera que el emisor mediante el uso de terminologías y ontologías médicas. Se utilizan estándares de terminología que proveen de códigos específicos. Por ejemplo el *Systematized Nomenclature of Medicine* (SNOMED) incluye conceptos clínicos entre los que se encuentran terminologías que van desde síntomas hasta antecedentes familiares. También se encuentra la Clasificacion Internacional de Enfermedades (CIE), mantenida por la Organización Mundial de la Salud, que permite codificar los diagnósticos más frecuentes en el ámbito de la salud [22]. Finalmente se encuentran otros servicios de terminología como LOINC (por sus siglas en inglés *Logical Observation Identifiers Names and Codes*) para indentificar valores de salud, observaciones y documentos [23]. En paralelo, HL7 cuenta con sus valores predefinidos de términos para asignar categorías a ciertos atributos de los recursos de *Fast Healthcare Interoperability Resources* (FHIR) [24].
- **Sintáctica:** Refiere al intercambio de datos, mensajes y documentos mediante el acuerdo en una estructura y sintaxis. Para estandarizar qué información está incluida en el documento se utiliza principalmente *Clinical Document Architecture* (CDA). Para abarcar paradigmas de mensajería y documentos se usa FHIR, que utiliza formatos comunes basados en web tales como HTTP, XML y JSON quedando especificada la estructuración y el tipo de información a intercambiar [25]. Además, este es fácilmente integrable a aplicaciones web dado que incluye una API REST, donde las principales operaciones son las siguientes [26]:
  - ***Search:*** Permite ir sobre los recursos que reúnen cierto criterio y da una copia de la información a la organización que lo solicita.
  - ***Read:*** Da una copia de la información de un recurso.
  - ***Create:*** Agrega un nuevo recurso.
  - ***Update:*** Agrega una nueva versión de un recurso.
  - ***Delete:*** Remueve un recurso.
  - ***History:*** Permite ver todas las versiones de un recurso.

Existen además implementaciones tales como HAPI FHIR que se basan en la teoría de FHIR y son utilizables para que los software puedan incorporar los servicios ofrecidos por las API REST de manera más práctica [27].

- **Fundacional:** Se centra a nivel de las señales y los protocolos de comunicación determinando la infraestructura necesaria para el intercambio de datos.

Aspectos legales

El reconocimiento del valor probatorio de los documentos electrónicos es un requisito indispensable para la implementación de la HCE, teniendo cuenta el tipo de datos con el que se trata. Del mismo modo, es importante tener en cuenta el marco legal de la jurisdicción donde esta se implementa [28].

Seguridad, privacidad y confidencialidad

Tanto los profesionales como los pacientes dudan de la seguridad de la HCE para almacenar la información debido a la posibilidad de que existan accesos no autorizados. La mayoría de los profesionales de la salud que usan la HCE cree que existen mayores riesgos en la seguridad en el formato electrónico que en la historia clínica en papel [29]. Sin embargo, es importante destacar que hasta las implementaciones más básicas de HCE son más seguras que los registros en papel, así como la implementación de perfiles de acceso que aseguran limitaciones al acceso de la información.

Gestión del cambio

Es uno de los aspectos más relevantes a tener en cuenta para la implementación de la HCE, ya que la resistencia al cambio que presentan los miembros del equipo de salud es una constante en todos los procesos de informatización del registro clínico en las instituciones. Se destacan distintas causas de resistencia, como por ejemplo: miedo a lo desconocido, desinformación, cambios en el proceso de trabajo, percepción de amenazas, clima de baja confianza organizativa, miedo al fracaso, resistencia a experimentar, poca flexibilidad organizativa, aumento de las responsabilidades laborales, temor a no poder aprender las nuevas destrezas, nueva infraestructura, sensación de pérdida de productividad, entre otros.

Es importante entonces tener una buena gestión que ayude a superar la resistencia al cambio, logrando que la gente se adapte y que la organización logre su objetivo de forma ordenada y efectiva. Para eso es necesario realizar una planificación identificando involucrados e interesados del cambio, diferenciando quiénes son aquellos que llevarán adelante las acciones para que este suceda y quiénes son sus destinatarios. Es crucial una buena comunicación para consensuar, comprometerse con el cambio, dar y recibir *feedback* y que se manifiesten con seguridad los beneficios de una nueva implementación e incorporación en el proceso del flujo de trabajo. Se estima que alcanzada la meseta de acostumbramiento con la nueva implementación, los profesionales comienzan a percibir la mejora en la toma de decisiones, y por lo tanto una mejora en su productividad [30]. Finalmente es necesario realizar el aprendizaje de tareas y roles, funciones, habilidades y responsabilidades.

4.4. HCE: Situación actual en CABA

En julio de 2016, se comenzó con el proyecto de implementación de la HCE en todos los CeSAC y en 3.097 consultorios de los hospitales de la Ciudad. Para fines de 2019, se logró concretar el proyecto como se observa en la figura 4 [31]. Entrando en detalle, hoy en día, se encuentra implementada en el Hospital Grierson, los 13

hospitales generales de agudos de la ciudad y los consultorios externos de los hospitales pediátricos Elizalde y Gutiérrez. Además, existe la Ley número 5669 sancionada por la Legislatura de la Ciudad de Buenos Aires que regula su implementación, estableciendo una HCE *"para todos los habitantes que reciban atención sanitaria en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, a cuyo efecto se crea por la presente la Base de Datos única, que permitirá el almacenamiento y gestión de toda la información sanitaria, desde el nacimiento hasta el fallecimiento, contenida en historias clínicas electrónicas, en los términos de esta ley y su reglamentación"* [32].

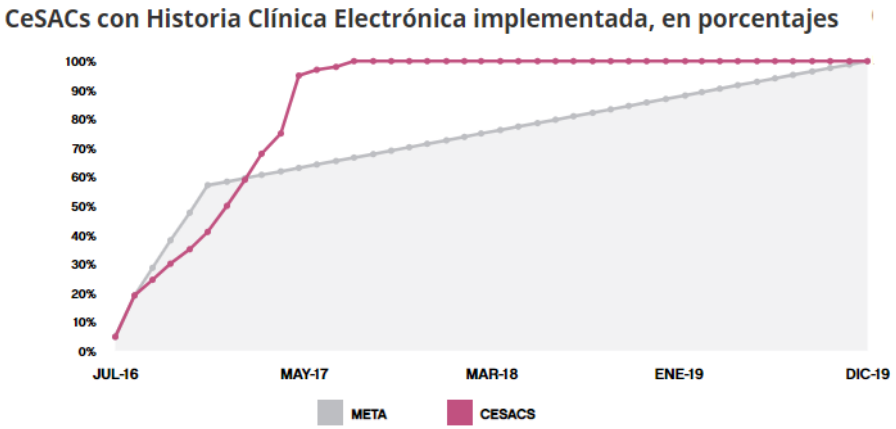


Figura 4: CeSACS con HCE implementada en porcentajes [31]

Del mismo modo, la cantidad de personas empadronadas crece cada vez más, demostrando que las barreras ante la implementación de cambio están siendo derribadas. Se observa esta tendencia en la siguiente figura:

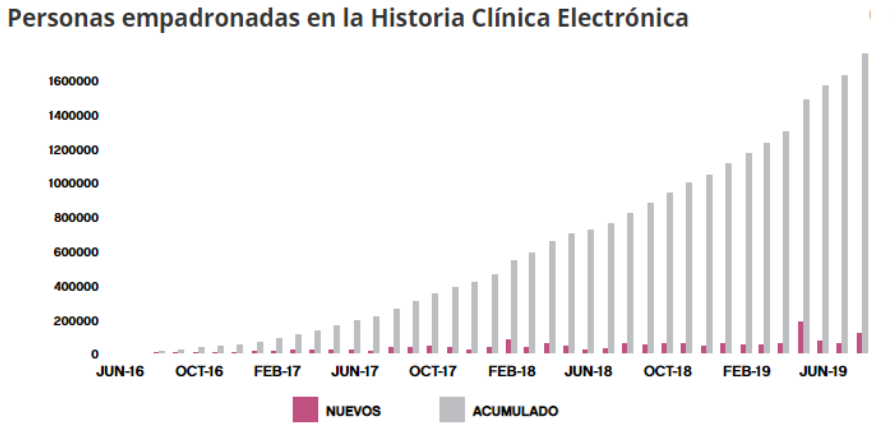


Figura 5: Personas empadronadas en la HCE [31]

Para ingresar como usuario que quiere consultar o modificar la HCE de un paciente, se debe depender como profesional del GCBA. A este se le asigna propiamente un nombre de usuario y contraseña para ingresar y solo puede hacerlo accediendo bajo la red de la ciudad. Se puede buscar a un paciente por nombre, tipo y número de documento, entre otros.

La HCE en CABA hoy en día cuenta con un servicio de terminología para normalizar los servicios de salud, un módulo de padrón (para identificar a los pacientes), un registro de consultas (con texto libre) y la utilización del estándar CDA. Sin embargo, es importante mencionar que aún es parcialmente interoperable razón por la cual no está del todo estandarizado cómo se debe intercambiar información entre ellos. Con

respecto a los datos clínicos del paciente que se deben incorporar en la HCE, el departamento de informática se basa en la generación de un resumen clínico interoperable según está establecido por FHIR: *"International Patient Summary Implementation Guide"*. En primer lugar cuenta con información personal del paciente como "Identidad", "Contacto" y "Datos Obra Social" (figura 6). En segundo lugar, cuenta con la opción de resumen de la Historia Integral de Salud donde muestra el historial de atenciones y prácticas realizadas al paciente y, en el caso de que haya registros previos, estos se visualizan en "Problemas y Antecedentes", "Evoluciones", "Signos Vitales" e "Indicaciones," como se ve en la figura 7. La sección de "Indicaciones" integra un sistema de farmacia, con el objetivo de llevar registro de los medicamentos tomados e indicados. En tercer lugar, se encuentra el apartado de "Documentos y Estudios" donde se pueden cargar distintas documentaciones o estudios adicionales provistos por el paciente. Cuenta también con un apartado de "Solicitudes" (figura 8) el cual permite las solicitudes de prácticas y procedimientos de laboratorio a realizar. En cuarto lugar, se encuentra el apartado de "Odontología" donde se pueden registrar las prácticas pertinentes a la atención odontológica. Finalmente, cuenta con el apartado "Vacunas" donde se encuentran las opciones de "Calendario" o "Histórico" como se ve en la figura 9. También, los pacientes pueden sacar turnos para realizarse estudios y acceder a resultados de manera online.

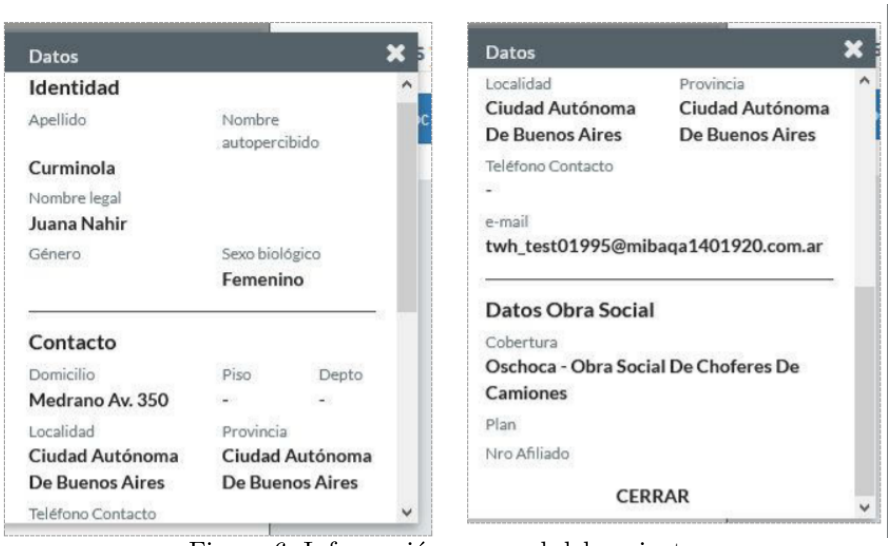


Figura 6: Información personal del paciente

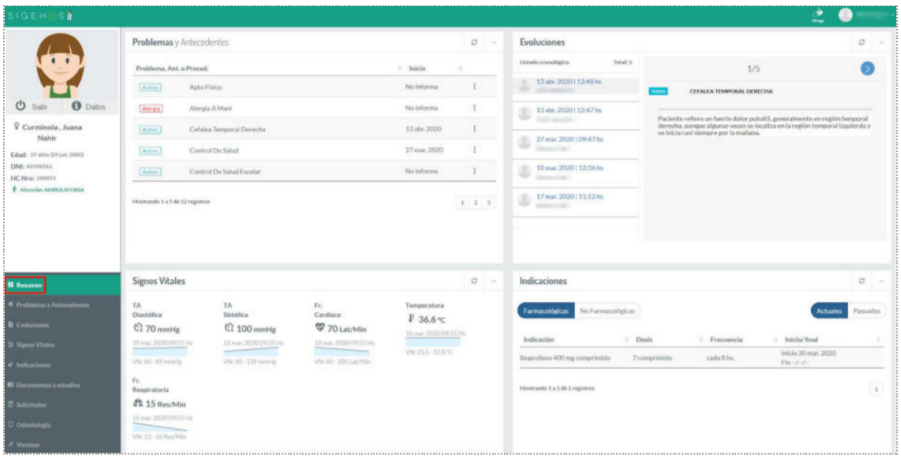


Figura 7: Resumen de la Historia Integral de Salud del paciente

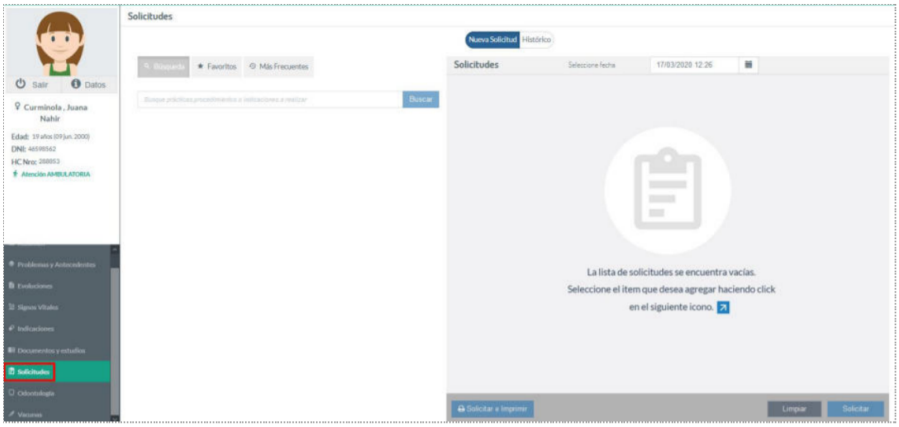


Figura 8: Apartado “Solicitudes” donde se pueden solicitar prácticas o procedimientos para el paciente

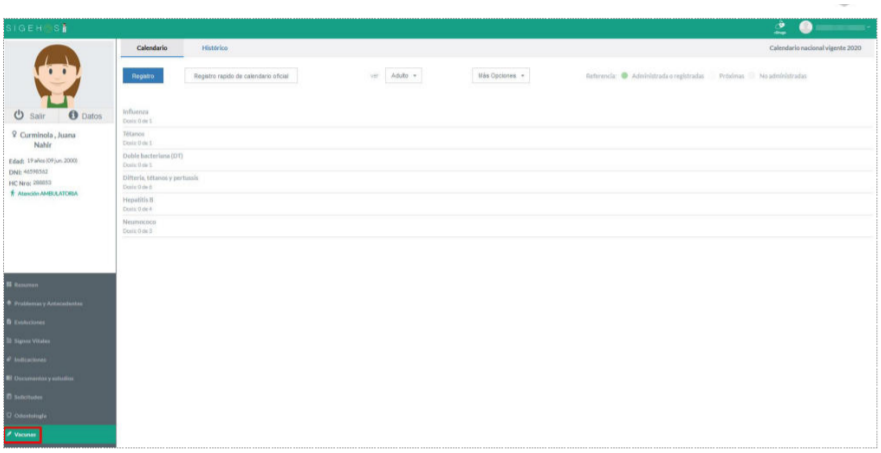


Figura 9: Apartado “Vacunas” con sus ventanas “Calendario” e “Histórico”

Para tener su HCE, los pacientes deben empadronarse en el sistema de salud de forma presencial, en donde se les pide un set datos mínimos que se observan en la figura 10. Los documentos válidos para empadronarse son: DNI, cédula de identidad extranjera, cédula de la policía federal, pasaporte, DNI extranjero, libreta cívica y de enrolamiento y partida de nacimiento original o certificado de partida de nacimiento en trámite. Cuando una persona se empadrona se le asigna un número único de Historia Integral de Salud, de manera tal que cada profesional de la salud acceda a toda la información del paciente de manera confiable.

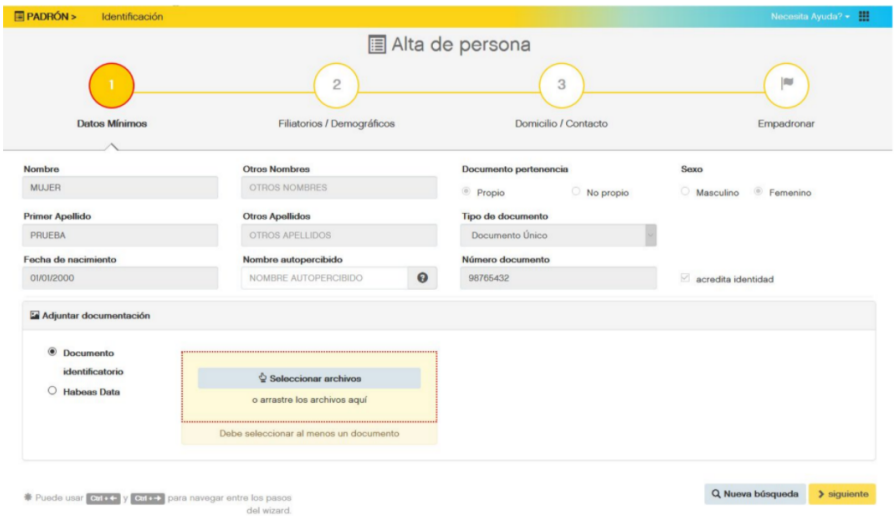


Figura 10: Datos mínimos para el empadronamiento de una persona en la HCE de CABA

Todas las imágenes de la HCE de CABA fueron extraídas del Instructivo de la Historia Integral de Salud de SIGEHOS, cortesía de Leandro Alassia.

Otras experiencias de informatización de historias clínicas son las del Hospital Italiano de Buenos Aires (siendo esta la más documentada y con acreditación internacional) y el Hospital Alemán de CABA (que también cuenta con acreditación internacional) entre otras. A nivel público la iniciativa de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires es una de las más destacadas considerando el gran volumen de datos que maneja.

4.5. Red Nacional de Salud Digital

La Red Nacional de Salud Digital es una propuesta que busca asegurar la interoperabilidad de los HIS de todas las jurisdicciones y sectores del sistema de salud, incluyendo los subsectores público y privado con el objeto de posibilitar su integración de los sistemas de información. Para ello en primer lugar habría que identificar en forma unívoca a las personas en todo el país, implementar terminología estandarizada para los distintos registros médicos en todos los establecimientos sanitarios y estructurar el envío y la recepción de la información de acuerdo a la interoperabilidad sintáctica.

Para integrar los distintos subsistemas y facilitar la comunicación de los registros médicos en el país con diferentes sistemas de información, se elaboró un ESB llamado Bus de interoperabilidad siguiendo el estilo arquitectónico de SOA[1] [33].

Un aspecto interesante a analizar es la incorporación del Federador de pacientes que sirve para agrupar los distintos MPI jurisdiccionales con el nivel nacional en un mismo registro permitiendo identificar de manera unívoca a los pacientes en todo el país haciendo de las veces de un PIX Manager, es decir, un gestor central de referencias cruzadas de identificadores de pacientes [17]. Este contará con información esencial tal como el nombre completo, tipo de documento, número de documento, fecha de nacimiento y sexo. De esta manera se evitaría fragmentar la información de paciente y recopilarla toda bajo un mismo repositorio.

[1] Este concepto se explica en el anexo A.3.1.6

Figura 11: Bus de interoperabilidad para integrar la información provista por las diferentes organizaciones de salud

4.6. E-Health

Refiere a todos los servicios de cuidados sanitarios apoyados en la informática médica, la salud pública y las empresas. Mediante el uso de la tecnología y la comunicación a través de Internet se logra mejorar la atención médica. Los conceptos esenciales de las aplicaciones de tipo *E-health* son los siguientes [34]:

- **Eficiencia:** Contribuyen con el sistema sanitario, siendo un elemento más de los sistemas de información intrahospitalarios que buscan abaratar costos optimizando los recursos de los proveedores de salud.
- **Calidad:** Mejoran la calidad de atención hacia el paciente.
- **Evidencia:** Su eficiencia y efectividad deben ser trazables.
- **Empoderamiento:** Por parte del paciente al mejorar la atención centrada en el mismo y permitiendo mostrar sus elecciones al personal de salud aún no presencialmente.
- **Fomento del vínculo entre paciente y profesional de la salud**: Teniendo en cuenta que fomenta el *Continuum Asistencial*.
- **Educación de profesionales de la salud y pacientes.**
- **Intercambio de información estandarizada:** Entre el paciente y centros de salud.
- **Extender el alcance de la atención médica logrando una mayor equidad.**
- **Ética:** Implica conocer y establecer nuevas reglas éticas en cuanto a la confidencialidad de los datos.

4.7. Biometría

La biometría refiere al reconocimiento de individuos basándose en su características anatómicas, fisiológicas o de comportamiento, permitiendo la identificación y verificación unívoca de la identidad de la persona sin la necesidad de contar con objetos físicos. Estos identificadores biométricos, se caracterizan por los siguientes aspectos:

- **Universalidad:** Toda persona debe poseer la característica biométrica utilizada.
- **Capacidad de distinción:** Las características biométricas de dicho rasgo deben permitir discriminar a dos personas distintas.
- **Constancia:** Debe permanecer relativamente invariante a lo largo del tiempo.
- **Capacidad de cuantificación:** Debe poder ser medida.

Principalmente la biometría comenzó a utilizarse para identificar a los criminales en los diferentes países, contando con una base de datos exclusiva para estos. Hoy en día, gracias a que esta tecnología es cada vez más accesible en el mercado, se ha extendido su uso para utilizarse también por ejemplo como un modo de autenticación para el ingreso a diferentes sistemas tal como el de la cuenta bancaria. Del mismo modo, esta tecnología es adaptable para ser utilizada con un *smartphone* por lo que cada vez son más las aplicaciones que, para dar más seguridad al usuario, utilizan esto para la validación y autenticación de la identidad del mismo. Sin embargo, hay que tener en cuenta que a pesar de ser la biometría una de las tecnologías más seguras para la autenticación de las personas existe cierto temor frente a los falsos positivos. Es por ello que muchas veces esta tecnología es utilizada como un sistema de autenticación complementario para ser usado, por ejemplo, con el documento personal [4].

4.7.1. Biometría para la identificación de personas: situación en Argentina

El Registro Nacional de las Personas (ReNaPer) es el organismo nacional argentino que "*realiza el registro e identificación de todas las personas físicas que se domicilien en el territorio argentino o en jurisdicción argentina y de todos los argentinos cualquiera sea el lugar de su domicilio, llevando un registro permanente y actualizado de los antecedentes de mayor importancia, desde su nacimiento y a través de las distintas etapas de su vida, protegiendo el derecho a la identidad*". Entonces, cada persona argentina está registrada en el ReNaPer en una base de datos general.

Adicionalmente, desde 2018, existe el Sistema de Identidad Digital (SID) que permite identificar y validar la identidad a distancia y en tiempo real de una persona. Esto lo hace mediante factores de autenticación biométrica para que la información sea comparada con la base de datos de empadronamiento del ReNaPer siendo esto avalado por la Ley 17.671 y su reglamentación decreto 1501/09 [35][36]. Para su implementación, el Ministerio de Modernización de la Nación y ReNaPer optaron por *Secure Onboarding Process*, una plataforma tecnológica desarrollada por la empresa VU Security que permite validar la identidad digital del ciudadano de manera remota y centralizada [37]. Ésta se integra con la biometría del cliente para ofrecer "fe de vida" a través de una aplicación. También incluye la implementación de un API Gateway mediante el cual se permite a los bancos, organizaciones y entidades de gobierno conectarse para utilizar el servicio. De esta manera, se puede integrar este recurso en otras aplicaciones o plataformas, sin depender de la aplicación móvil del gobierno, tal como se muestra en la figura 12.

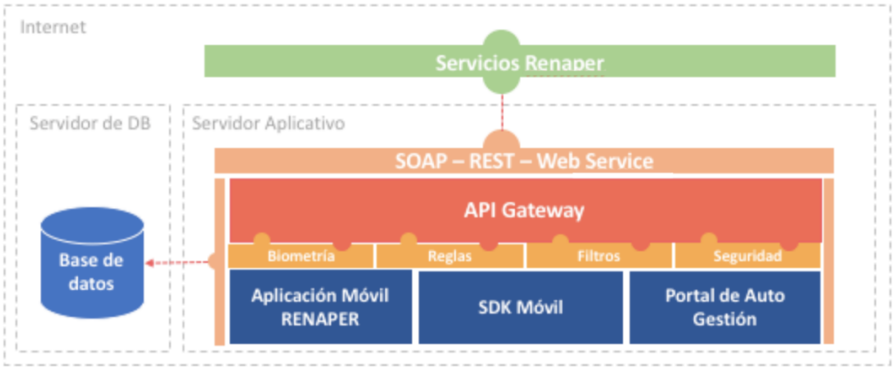


Figura 12: Tecnologías soportadas por el SID

Para validar que una persona es quien dice ser, la API valida los rasgos biométricos que el ReNaPer ya tiene (foto del DNI) utilizando el sistema de reconocimiento facial en modo verificación y, además, va actualizando parámetros con herramientas de *machine learning* que seguirán el ciclo biológico de una persona y los cambios que eso implica en su rostro. Es importante mencionar que los servicios de verificación de identidad que el SID ofrece son aptos para mayores de 16 años, por razones explicadas en el anexo A.5.

Entrando en detalle, el SID se puede utilizar consumiendo distintos paquetes de servicios [38]:

- **Paquete 1: Biometría más datos**: *Ingreso con escaneo de tarjeta + foto de rostro.*

  Tiene por finalidad corroborar que el usuario solicitante de la validación sea quien dice ser. Para esto, se le solicita portar su tarjeta DNI y que se tome una foto del rostro cuando le sea pedida.

  1. El ciudadano tomará la foto de frente y dorso del DNI.
  2. La solución extraerá la información del ciudadano de esas imágenes y verificará que sea un DNI vigente.
  3. Luego solicita al ciudadano que se tome una foto del rostro, con un proceso de prueba de vida.
  4. La solución realizará la comparación entre los datos recibidos, y los existentes en los registros de ReNaPer.
  5. Devolverá al organismo o empresa una respuesta sobre la identificación, compuesta por un puntaje de coincidencia y por los datos públicos de la persona en cuestión.

- **Paquete 2: Biometría** : *Ingreso con número de DNI + género + foto de rostro.*

  Tiene por finalidad corroborar que el usuario solicitante de la validación es quien dice ser, pero en este caso sólo le exige la foto de su rostro.

  1. El ciudadano ingresará los datos de número de DNI y género.
  2. La solución validará la concordancia entre los datos de número de DNI y género.
  3. Luego solicita al ciudadano que se tome una foto del rostro, con un proceso de prueba de vida.
  4. La solución realizará la comparación entre los datos recibidos, y los existentes en los registros de ReNaPer.
  5. Devolverá al organismo o empresa un puntaje de coincidencia como resultado de la comparación.

- **Paquete 3: Datos**: *Ingreso con número de DNI + género + número de trámite.*

  Permite corroborar los datos de la persona. Esta consulta se realiza mediante número de DNI, género y número de trámite.

Operaciones:
Dentro de la API se pueden encontrar las siguientes operaciones [39]:

- **/personas/{DNI}/{sexo}/ejemplares:** Devuelve la información de todos los ejemplares de DNI de una persona.
- **/personas/{DNI}/{sexo}/ejemplares/ultimo**: Devuelve la información del último ejemplar del DNI de una persona.
- **/personas/{DNI}/{sexo}/selfies :** Valida si las fotos enviadas son confiables y quien las envía es quien dice ser. En este caso, se devolverán los siguientes parámetros:
  - ***"confidence":*** Es un número entre 0 y 1 que indicará el nivel de similaridad de confianza respecto a si dos rostros corresponden a una misma persona.
  - ***"identical"***: Devolverá un valor verdadero cuando dos rostros correspondan con la misma persona y falso en caso contrario. Esto es, cuando se supere el valor de confianza.

Siendo:

- **DNI:** *Integer* correspondiente al número de DNI de la persona a buscar.
- **sexo:** *String* que puede ser F o M correspondiente a Femenino o Masculino.

4.7.2. Biometría en la medicina

La historia clínica de un paciente puede contener información muy sensible. Es por eso que estos datos deben almacenarse de manera tal de alcanzar un alto nivel de seguridad y control sobre ellos y ser accedida por las personas correctas en el momento correcto. Comúnmente en el ámbito de salud para registrar e identificar a un paciente se utilizan datos demográficos como primer y segundo nombre, fecha de nacimiento y domicilio. Esto tiene por desventaja que la información puede estar duplicada, olvidada, mal tipeada y mal intercambiada, como ya se ha mencionado previamente [40]. Existen también, las pulseras identificadoras escaneables por radio frecuencia que son únicas para cada individuo. Sin embargo, la incorporación de otro nuevo objeto físico trae la desventaja de que puede ser olvidado o perdido. Por tanto, y en línea con el estudio realizado por el Ponemon Institute mencionado en la sección 4.2, el 77 % de los individuos entrevistados está de acuerdo en que la incorporación de identificadores biométricos en la salud reduciría en gran medida este porcentaje de incorrecta identificación y validación de identidad [18].

Teniendo en cuenta la definición de los identificadores biométricos, el reconocimiento facial es el más apropiado para el ámbito médico. En primer lugar, no es necesario el contacto físico con algún dispositivo (tal como lo es con el reconocimiento de la huella dactilar) considerando que el contacto puede contribuir al contagio de enfermedades. Por otra parte, los pacientes pueden ser reconocidos aún en estado de inconsciencia teniendo presente que no se necesita que un médico mueva el dedo del paciente personalmente (en el caso de reconocimiento de huella dactilar) ni que el paciente tenga los ojos abiertos (en caso de reconocimiento de iris). En

otras palabras, es un método no intrusivo que permite obtener rasgos del paciente sin que el mismo se percate de ello. Finalmente, es un método que puede ser utilizado en varias condiciones hospitalarias necesitando sólo una cámara de fotos, presente en la mayoría de los celulares, para ser implementado [41].

Los identificadores biométricos en combinación con otros datos personales del paciente mencionados anteriormente pueden aumentar la seguridad de acceso a la información médica y asistir con el registro del mismo. Actualmente, el uso de ellos no está totalmente aceptado por la población y son algunos hospitales principalmente en Estados Unidos los que utilizan la huella dactilar para el registro en el hospital para validar la identificación del paciente y recientemente se ha incorporado en algunos hospitales el uso del reconocimiento facial para su registro [42]. Se estima que el mercado global de soluciones biométricas para el área de la salud crecerá notablemente. Esto se puede ver en el estudio realizado por Tractica, una empresa analista de mercado, donde la inversión en la biometría aplicada a la salud crecería de US$250 millones (2015) a US$3.5 billones (2024) [43].

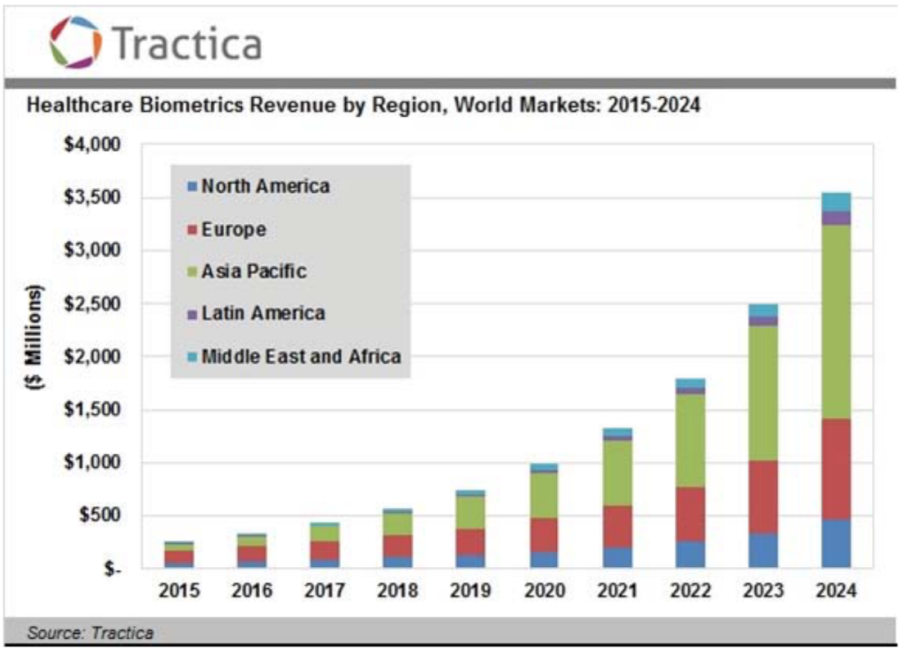


Figura 13: Estudio realizado por Tractica donde se muestra el dinero que se destinará a la biometría por el ámbito de salud en los próximos años [43]

Particularmente en CABA la utilización de identificadores biométricos para complementar el registro del paciente aún está en desarrollo y lentamente incorporándose en los establecimientos sanitarios, principalmente privados.

Parte III

Desarrollo

5. Modelado de Requerimientos

Se procede a describir el software desde el nivel más alto de abstracción al más bajo tal como se mencionó anteriormente en la sección 1.2, modelando y explicando los requerimientos del mismo.

5.1. Propósito

Se desea diseñar una aplicación con el objetivo de optimizar el tiempo de diagnóstico y tratamiento de un paciente permitiendo que el personal de salud acceda a sus datos clínicos relevantes con la posibilidad de validar su identidad. Este será utilizado por profesionales de la salud (jefe de enfermería de turno y médico de emergencias) en los casos en que un paciente en estado crítico ingrese al establecimiento sanitario sin facultades para responder el interrogatorio médico en situaciones de emergencia.

5.2. Alcance

La aplicación permitirá que el profesional de salud matriculado, registrado en la misma y que trabaje en un establecimiento sanitario a cargo del GCBA, acceda a datos clínicos relevantes de un paciente, estando estos presentes en la HCE de CABA. Esta operará bajo la intranet[2] del establecimiento sanitario en cuestión con un *smartphone*. Se logrará acceder a los datos del paciente identificándolo con su DNI y con la opción de validar su identidad con reconocimiento facial utilizando el SID.

5.3. Identificación de participantes

Sommerville define al participante como *"cualquier persona que se beneficie en forma directa o indirecta del sistema en desarrollo"* [44]. En este proyecto se identifican los siguientes:

- **Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires:** Proporcionará los datos clínicos relevantes del paciente a través del servicio de la HCE y dispondrá de la aplicación en los establecimientos sanitarios a su cargo.
- **ReNaPer:** Proveerá el servicio del SID, el cual permite identificar a la persona al corroborar los datos de la misma presentes en su DNI y validar su identidad con reconocimiento facial al obtener sus rasgos biométricos y compararlos con los registros existentes en las bases de datos del ReNaPer.
- **Jefe del establecimiento sanitario**: Definirá los aspectos organizacionales al incorporar la aplicación y dependerá de este su implementación en el establecimiento sanitario en cuestión.
- **Departamento de informática médica del establecimiento sanitario:** Planificará la implementación de la aplicación, capacitando y controlando al personal de salud apto para su uso. También tendrá en cuenta las necesidades propias del establecimiento sanitario monitoreando el rendimiento de la aplicación. Se asignarán distintas responsabilidades a los administradores que pertenezcan al departamento de acuerdo a su función específica dentro de la aplicación.

[2]Red interna de Internet

- **Administrador de la aplicación:** Será parte del departamento de informática médica del establecimiento sanitario y se ocupará especialmente de la administración del sistema. Poseerá autorización para acceder a los datos de ingreso de la aplicación, encargándose de registrar y administrar los permisos y restricciones que se le otorgan a los usuarios de la aplicación. También, tendrá el rol de monitorear los ingresos sospechosos de los usuarios.
- **Pacientes:** Se beneficiarán con la utilización de la aplicación y deberán aceptar que el personal de salud acceda a sus datos relevantes de su HCE en estado de inconsciencia. Específicamente será para mayores de 16 años que tengan su HCE de CABA y que sus datos biométricos se encuentren en la base de datos del ReNaPer. Se cuenta con esta restricción de edad dado que, como se mencionó en la sección 4.7.1, el servicio ofrecido por el SID es apto para mayores de 16 años por requerimientos propios del reconocimiento facial.
- **Personal de salud:** Será el usuario final de la aplicación. Deberá estar matriculado y ser registrado y autorizado por el administrador de la aplicación, aceptando los términos y condiciones de uso de la misma para emplearse sólo con fines médicos. Se distinguirá entre:
  - **Médico de emergencia:** Recibirá a un paciente en estado crítico y podrá acceder a sus datos médicos en estas circunstancias.
  - **Jefe de enfermería de guardia:** Asistirá al médico de emergencias proporcionándole los datos relevantes médicos del paciente mientras el médico se encarga de revisarlo.
- **Población:** Considerando que la aplicación será utilizada para optimizar la experiencia del paciente, la misma comprendería un impacto en la salud pública.

5.4. Funcionalidades

La funcionalidad en un software refiere a la capacidad del producto para suministrar un conjunto de funciones para satisfacer las necesidades del usuario [45].

5.4.1. Narrativa

El administrador de la aplicación deberá dar de alta un usuario en el sistema acorde a las especificaciones del establecimiento sanitario para tal fin. El usuario accederá a la aplicación e ingresará su ID primero y luego su clave de autenticación. Si el ingreso es correcto, el usuario será autorizado a usar las funcionalidades de la aplicación. Habrá un límite de tres intentos de acceso a la aplicación, dentro de los cuales se podrá restituir la clave *online* con su pregunta de seguridad. Luego de tres intentos fallidos y sin restablecer la clave exitosamente, la cuenta será bloqueada y se le enviará una alerta al administrador de la aplicación, quien podrá consultar el perfil del usuario y entonces sus accesos. El usuario se deberá comunicar con el administrador de la aplicación para que su cuenta sea desbloqueada. De la misma manera, el administrador podrá bloquear la cuenta del usuario en caso de registrarse un evento de inseguridad informado por el usuario.

Una vez autorizado el acceso, el usuario podrá utilizar las funcionalidades de la aplicación. Para la identificación del paciente se deberá contar con su DNI físico o el número de DNI y el sexo. Cuando se lo identifica, el software presentará el estado del empadronamiento de la persona. El personal de salud puede optar por validar esta identidad con el servicio ofrecido por el SID de reconocimiento facial o bien acceder a sus datos clínicos

relevantes. Para la validación es necesario que se tome una fotografía del rostro del paciente con la cámara del *smartphone*. La aplicación mostrará el resultado de la validación de la identidad y el personal de salud decidirá acceder a los datos clínicos relevantes presentes en la HCE de CABA del paciente de acuerdo a este resultado (identidad validada o no validada). La información será recibida de una manera organizada y amigable a través de la interfaz. Además, el usuario podrá filtrar la información que considere de relevancia para el caso con filtros predeterminados. Luego de 10 minutos de inactividad en la aplicación la sesión se cerrará automáticamente.

El flujo de las funcionalidades entonces se da de la siguiente manera:

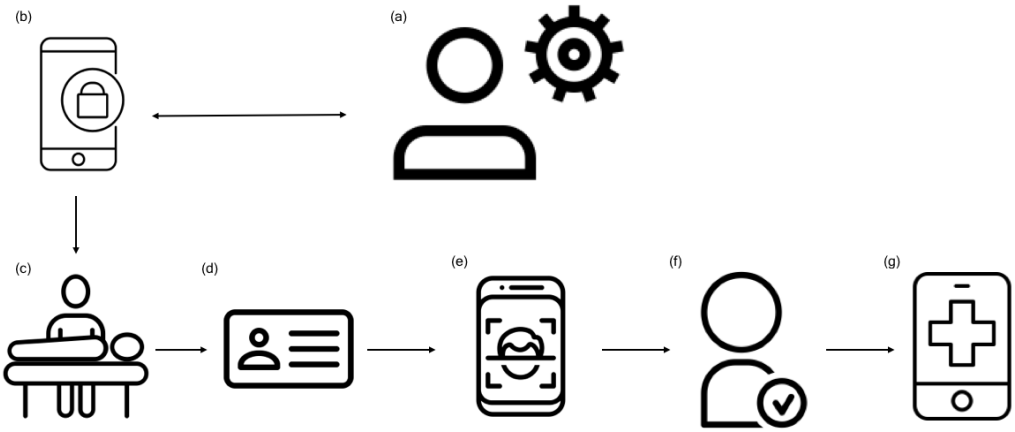


Figura 14: Diagrama básico para describir el flujo de funcionalidades de Medic. Se puede observar al administrador a cargo del establecimiento sanitario **(a)** quién monitoreará los accesos de los usuarios **(b)**. El personal de salud utilizará la aplicación en emergencias **(c)** utilizando el DNI del paciente **(d)** para primero identificarlo y luego validar su identidad con reconocimiento facial **(e)**. En el caso que la identidad sea identificada **(f)** y que su HCE, exista el personal de salud podrá acceder a los datos médicos relevantes del paciente.

5.4.2. Especificación

A partir de la narrativa del software, se pueden distinguir las siguientes funcionalidades teniendo en cuenta los dos principales actores que interactuarán con la aplicación:

- **Personal de Salud:**
  - **ISA**: Inicio de sesión a la aplicación.
  - **IP:** Identificación de pacientes con foto de DNI o número del DNI y sexo.
  - **VIRF**: Validar la identidad del paciente mediante reconocimiento facial.
  - **AICI:** Acceder a información clínica de interés del paciente.
  - **FI:** Filtrar información.
- **Administrador:**
  - **ABMC:** Altas, bajas, modificaciones y consultas de usuarios.

5.5. Requerimientos

Luego de definir las funcionalidades del sistema, se procede a establecer los requerimientos del mismo. Para definirlos se estudia la información reunida en el marco teórico y el contexto y luego se realizan entrevistas con potenciales participantes de la aplicación mencionadas en la sección .

5.5.1. Requerimientos funcionales

Se definen los requerimientos asociados para cada funcionalidad, asociando al actor involucrado (personal de salud, abreviado como *Usuario PS* y administrador, abreviado como *Usuario Admin*). Se debe tener en cuenta que se incorpora también al sistema como actor para poder describir cuáles requerimientos involucran propiamente al desempeño del mismo.

Nombre	**Descripción**	**Actor involucrado**
ISA_R1	Permitir autenticación con usuario y contraseña	Sistema
ISA_R2	Mostrar advertencia en caso de intento de ingreso incorrecto	Sistema
ISA_R3	Bloquear la cuenta del usuario luego de 3 intentos de ingreso incorrectos y restablecimiento de contraseña no exitoso	Sistema
ISA_R4	Cerrar la sesión luego de 10 minutos de inactividad	Sistema
ISA_R5	Enviar mensaje de alerta al administrador en caso de bloqueo	Sistema
ISA_R6	Permitir restablecer la contraseña del usuario con la pregunta de seguridad	Sistema
IP_R1	Ingresar número DNI y sexo por teclado	Usuario PS
IP_R2	Ingresar foto del DNI	Usuario PS
IP_R3	Identificar al paciente con su DNI	Sistema
IP_R4	Desplegar estado de empadronamiento del paciente	Sistema
IP_R5	Mostrar opción de validar identidad con reconocimiento facial o continuar con datos clínicos	Sistema
IP_R6	Habilitar toma de fotografía luego de ingreso del DNI	Sistema
VIRF_R1	Verificar los datos biométricos según requerimientos del SID	Sistema
VIRF_R2	Validar la identidad del paciente	Sistema
VIRF_R3	Mostrar *display* de acuerdo a identidad validada o no	Sistema
VIRF_R4	Dar opción de aceptar la identidad validada	Sistema
AICI_R1	Validar la existencia de HCE del paciente	Sistema
AICI_R2	Mostrar advertencia de HCE no encontrada	Sistema
AICI_R3	Mostrar los datos clínicos de interés	Sistema
FI_R1	Mostrar opción de filtrado	Sistema
FI_R2	Aplicar filtros predeterminados a los datos	Usuario PS
FI_R3	Mostrar los datos médicos filtrados	Sistema
ABMC_R1	Alta/registro de nuevos usuarios en la aplicación	Usuario Admin
ABMC_R2	Baja de usuarios en la aplicación	Usuario Admin
ABMC_R3	Realizar modificaciones en los perfiles de los usuarios	Usuario Admin
ABMC_R4	Consultar los perfiles de los usuarios	Usuario Admin

Tabla 2: Requerimientos funcionales

El requerimiento **ISA_R2** muestra una advertencia en caso de que el ID o bien la clave del usuario sean incorrectos. Puntualmente en el caso de ingreso de clave incorrecta se le mostrará una advertencia al usuario

con la posibilidad de restaurarla. En caso de que ingrese su clave tres veces mal, se le dará sólo la opción de restaurarla para ingresar.

El requerimiento **ISA_R5** envía un mensaje de alerta al administrador en caso de que el usuario ingrese su clave incorrectamente por tercera vez.

El requerimiento **IP_R5** hace referencia a que, en los casos en que el usuario no tenga necesidad de validar la identidad de la persona a través del reconocimiento facial, pueda acceder igualmente a los datos clínicos de interés. Para esto se le dará la opción luego de ingresar el número de DNI y el sexo del paciente de validar la identidad o continuar con los datos clínicos sin validarla.

El requerimiento **VIRF_R3** se refiere a que, al utilizar reconocimiento facial para validar la identidad del paciente, la aplicación devolverá la identidad reconocida sólo cuando el nivel de confianza referido al nivel de semejanza morfológica entre la foto tomada y la foto de la base de datos supere al umbral de confianza mínimo establecido por el SID. En este caso se presume de un 60 % considerando la bibliografía estudiada [46]. Si no hay tal nivel de semejanza entre las fotos (porque la foto está mal tomada o porque no son la misma persona) el nivel de confianza será bajo y se devolverá "Identidad no validada", mientras que si el nivel de confianza se encuentra por encima del umbral, se devolverá "Identidad validada". En ambos casos el usuario decidirá si proseguir o no con los datos clínicos. Devolver el puntaje de validación no es útil en estas situaciones ya que puede confundir al usuario en lugar de ayudar en una emergencia. Por lo tanto se utiliza el parámetro de salida de identidad validada o no que ofrece la API del SID y el *display* cambiará de acuerdo a si este parámetro es verdadero o falso [39].

El requerimiento **ABMC_R2** hace referencia a que en los casos en que un usuario del personal de salud se retire del establecimiento sanitario, el administrador deberá dar de baja este perfil retirando las autorizaciones correspondientes para este usuario.

El requerimiento **ABMC_R3** hace referencia a que el administrador puede modificar el estado de bloqueo del usuario, así también como restablecer sus contraseñas y preguntas de seguridad.

El requerimiento **ABMC_R4** refiere a que es importante que el administrador pueda tener acceso a las sesiones llevadas a cabo por los usuarios teniendo en cuenta la fecha, hora, tiempo transcurrido, localidad y dispositivo para poder garantizar la trazabilidad de los accesos. Respecto a las consultas realizadas por el personal de salud, los administradores de los usuarios no tendrán permisos para verlas. Eso será almacenado en las bases de datos y podrá ser exclusivamente consultado en caso de una auditoría, pero no desde la aplicación a desarrollar.

5.5.2. Requerimientos no funcionales

En primer lugar, se establecen los atributos de calidad:

- **Interoperabilidad:** Teniendo en cuenta que se trabaja con sistemas externos, se busca que el sistema pueda comunicarse e intercambiar información con estos. Se deben tener en cuenta entonces distintos estándares para garantizar la interoperabilidad.
- **Usabilidad:** Refiere a la facilidad de uso de la aplicación. Es de suma importancia teniendo en cuenta que el personal de salud en emergencias trabaja en una situación de toma decisiones constante por lo que la aplicación debe ser lo suficientemente intuitiva para evitar generar un estrés adicional y ser una herramienta de ayuda.

- **Seguridad:** El sistema debe ser capaz de prevenir acciones que intenten violar la privacidad de los datos confidenciales y sensibles previniendo filtración innecesaria de los mismos por parte de usuarios no autorizados.
- **Funcionalidad:** Refiere al conjunto de características y capacidades del programa, en conformidad con la normativa vigente acerca de la leyes presentes en CABA.
- **Confiabilidad:** Refiere a la exactitud de los resultados que se devuelven y a la probabilidad de ocurrencia de fallas. Se debe tener en cuenta que esta aplicación está pensada para ser utilizada en emergencias trabajando con datos clínicos. Por lo tanto, se debe maximizar el desempeño y minimizar el tiempo de respuesta con una probabilidad mínima de fallas.
- **Desempeño:** Refiere a la *performance* del sistema y a su respuesta. Se debe soportar la interacción igualmente efectiva por parte de varios usuarios con la aplicación.
- **Mantenibilidad:** Refiere a la habilidad del sistema a soportar cambios. Se busca que el acoplamiento entre los distintos componentes sea bajo para que en el caso que se requiera agregar una nueva funcionalidad no se afecten los otros componentes. En paralelo, esto satisface el hecho de que hay constantes cambios en las normativas de salud y, en lo que respecta a la HCE de CABA, su interoperabilidad con otros sistemas sanitarios.

En segundo lugar se definirán requisitos relacionados con los atributos previamente descritos.

Atributo de la calidad	**Requerimientos no funcional**
Interoperabilidad	Interoperabilidad FHIR
Usabilidad	Interfaz que permita identificar funcionalidades fácilmente
Seguridad	Mecanismos de control de acceso a usuarios autorizados Almacenar datos de ingreso de usuario, de paciente identificado y datos clínicos accedidos Bloquear sistema en caso de ataque de seguridad
Funcionalidad	Cumplir con leyes y reglamentos de protección de datos médicos
Confiabilidad	Disponibilidad las 24 horas del día Probabilidad de fallos menor al 1 %
Desempeño	Tiempo de respuesta menor a los 2 segundos
Mantenibilidad	Actualización de la aplicación sin afectar el funcionamiento general

Tabla 3: Atributos de calidad con sus respectivos requerimientos no funcionales

5.6. Modelado de casos de uso

Un caso de uso describe el comportamiento del sistema en distintas condiciones en las que el mismo responde a una petición de alguno de sus participantes.

Primero se desarrolla un **diagrama preliminar de caso de uso**[3] en el que se pueden distinguir como actores al personal de salud (actor principal) y al administrador de la aplicación del establecimiento sanitario (actor secundario).

[3]La notación utilizada y su descripción se puede encontrar en el anexo A.2.1.1

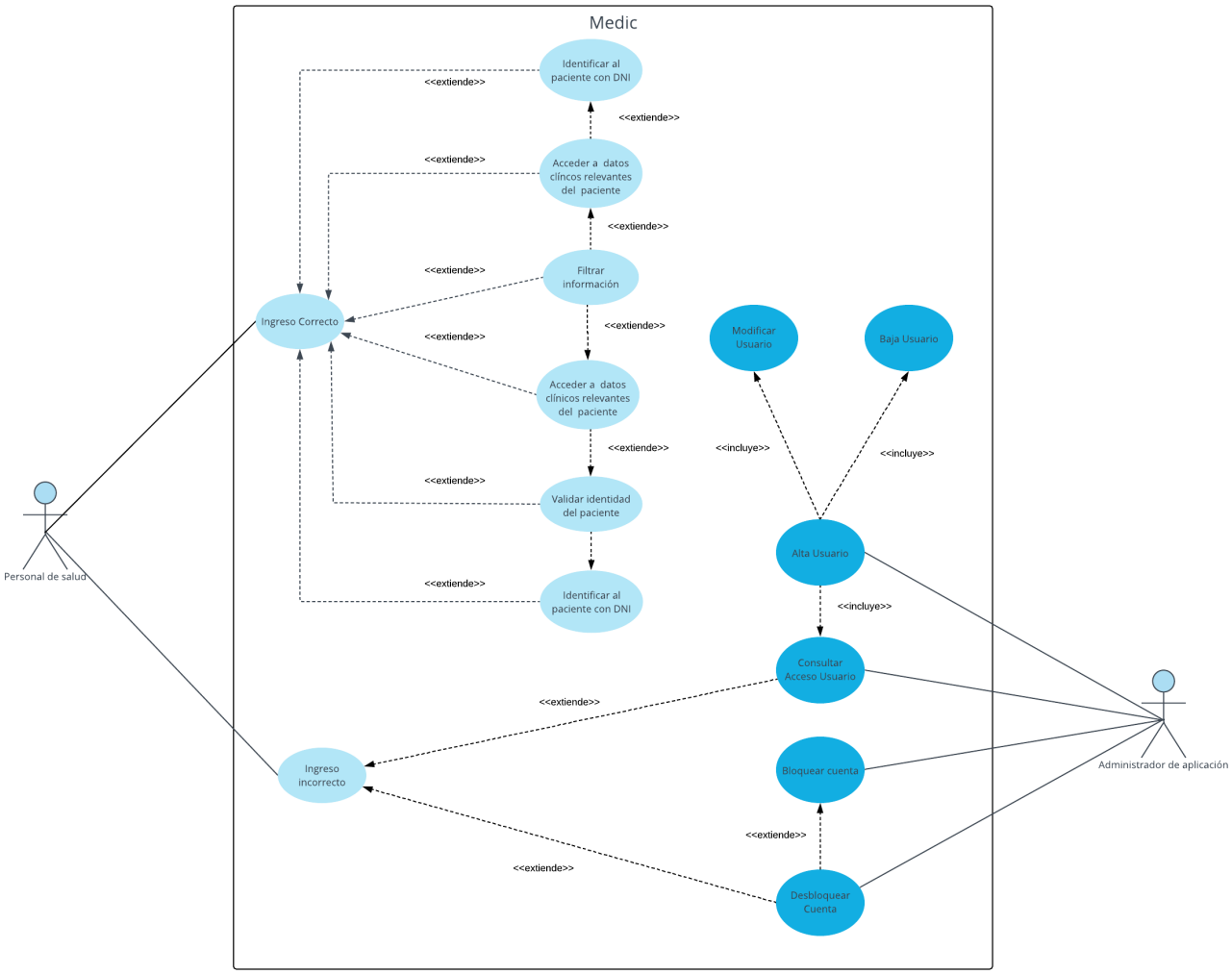


Figura 15: Diagrama preliminar de caso de uso

Como se observa en la figura 15, el personal de salud ,con su ingreso correcto, está autorizado a acceder a distintas funcionalidades de la aplicación (de acuerdo a su rol dentro de la misma) encabezando entonces un caso de uso de acuerdo a la funcionalidad que elija. Por otro lado, el administrador tendrá acceso a las funcionalidades relacionadas con su rol.

Luego, para dar una estructura más formal a los casos se uso, para cada uno se desarrollan **plantillas**[4]. Se los identificará con las siglas de "Caso de uso personal de salud" (CUPS) y "Caso de uso administrador"(CUA) respectivamente para mayor practicidad.

El personal de salud se encontrará frente a los siguientes escenarios:

- **CUPS1:** Identificar con foto del DNI o número de DNI y sexo al paciente y validar su identidad con reconocimiento facial para acceder a sus datos clínicos relevantes.
- **CUPS2:** Identificar con foto del DNI o número de DNI y sexo al paciente para acceder a sus datos clínicos relevantes.

[4]La descripción de los atributos utilizados en la plantilla se puede encontrar en el anexo A.2.1.2

- **CUPS3**: Filtrar la información con filtros predeterminados.
- **CUPS4:** Ingreso incorrecto.

El administrador de la aplicación se encargará de darle apoyo a la aplicación sin ser usuario final de ella encontrándose frente a los escenarios:

- **CUA1:** Alta de usuario.
- **CUA2:** Baja de usuario.
- **CUA3_1:** Modificar estado de usuario - Bloquear cuenta del usuario.
- **CUA3_2**: Modificar estado de usuario - Desbloquear cuenta del usuario.
- **CUA3_3**: Reestablecer contraseña y/o pregunta de seguridad del usuario.
- **CUA4**: Consultar perfil del usuario.

Tener en cuenta que a pesar de que se mencionan los casos de uso que involucran al personal de salud como usuario final y al administrador cumpliendo su rol de monitoreo y gestión de usuarios, hay otros actores complementarios para el desempeño de la aplicación que se encargan de cuestiones accesorias de la misma tales como la gestión de dispositivos, de establecimientos sanitarios, gestión de los propios administradores de la aplicación y la trazabilidad de los datos médicos accedidos en caso de auditoría. Cuantas más tareas se puedan diversificar, mayor será la seguridad de la aplicación.

CUPS1	
Actor principal	Personal de salud
Objetivo en contexto	Acceder a datos clínicos relevantes de un paciente en situación vulnerable en emergencia
Precondiciones	El personal de salud debe estar registrado en la aplicación, debe contar con un *smartphone* y estar conectado a la intranet del establecimiento sanitario. El paciente debe estar registrado en el sistema de identificación de personas (ReNaPer), debe tener su historia clínica electrónica de CABA asociada
Disparador	Se debe diagnosticar a un paciente en emergencias en el menor tiempo posible

CUPS1	
Escenario	1. El usuario accede a la aplicación
	2. El usuario introduce su identificación de usuario
	3. El usuario introduce su clave
	4. La aplicación despliega la función de ingresar el DNI por foto (a través de la cámara) o el DNI y el sexo del paciente (por teclado)
	5. La aplicación despliega el estado de empadronamiento de la persona
	6. La aplicación despliega la opción de acceder a datos clínicos o validar la identidad
	7. El usuario decide validar la identidad con una fotografía
	8. El usuario enfoca el rostro de paciente
	9. La aplicación reconoce el rostro a partir de su biometría
	10. El sistema activa el pulsador para tomar la fotografía
	11. El usuario toma la fotografía
	12. El sistema muestra la identidad reconocida y validada
	13. El sistema despliega la opción de aceptar
	14. El usuario acepta la identidad como válida
	15. El sistema muestra los datos clínicos relevantes del paciente con la posibilidad de filtrar
	16. El usuario cierra sesión o transcurre tiempo sin actividad
Excepciones	1. La identificación o la clave del usuario son incorrectas o no se reconocen (ver CUPS4 en tabla 7)
	2. El sistema ReNaPer no encuentra datos de empadronamiento de la persona. El sistema despliega mensaje “Persona no empadronada”
	3. La persona es menor a 16 años. El sistema despliega mensaje “Persona menor de 16 años”
	4. El usuario rechaza la identidad identificada y no validada del paciente
	5. El usuario decide continuar con los datos clínicos sin validar la identidad del paciente con una fotografía (ver CUPS2 en tabla 5)
	6. El sistema obtiene validación de identidad poco confiable. El sistema despliega el mensaje “Identidad no validada”. El sistema permite tomar otra fotografía o acceder a los datos clínicos con la información del DNI
	7. El paciente no tiene historia clínica asociada: El sistema despliega el mensaje “HCE no encontrada”
Prioridad	Alta, por ser la función principal
Frecuencia de Uso	Alta
Canal al actor	A través de un *smartphone* con conexión a la intranet del establecimiento sanitario

CUPS1	
Requerimientos asociados	ISA_R1
	ISA_R4
	IP_R1
	IP_R2
	IP_R3
	IP_R4
	IP_R5
	IP_R6
	VIRF_R1
	VIRF_R2
	VIRF_R3
	VIRF_R4
	AICI_R1
	AICI_R2
	AICI_R3

Tabla 4: Plantilla de caso de uso para CUPS1: Identificar con foto del DNI o número de DNI y sexo al paciente y validar su identidad con reconocimiento facial para acceder a su información clínica relevante

CUPS2	
Actor principal	Personal de salud
Objetivo en contexto	Acceder a datos clínicos relevantes de un paciente en situación vulnerable en emergencia
Precondiciones	El personal de salud debe estar registrado en la aplicación, debe contar con un *smartphone* y estar conectado a la intranet del establecimiento sanitario. El paciente debe estar registrado en el sistema de identificación de personas (ReNaPer), debe tener su historia clínica electrónica de CABA asociada
Disparador	Se debe diagnosticar a un paciente en emergencias en el menor tiempo posible
Escenario	1. El usuario accede a la aplicación
	2. El usuario introduce su identificación de usuario
	3. El usuario introduce su clave
	4. La aplicación despliega la función de ingresar el DNI por foto o el DNI y el sexo del paciente por teclado
	5. La aplicación despliega información de empadronamiento de la persona
	6. La aplicación despliega las opciones de acceso a los datos clínicos
	7. El usuario decide acceder a la historia clínica electrónica únicamente con el DNI del paciente sin validar identidad
	8. El sistema muestra los datos clínicos relevantes del paciente con la posibilidad de filtrar
	9. El usuario cierra sesión o transcurre tiempo sin actividad

CUPS2	
Excepciones	1. La identificación o la clave del usuario son incorrectas o no se reconocen (ver CUPS4 en tabla 7)
	2. El sistema ReNaPer no encuentra datos de empadronamiento de la persona. El sistema despliega el mensaje "Persona no empadronada"
	3. La persona es menor a 16 años. El sistema despliega el mensaje "Persona menor a 16 años"
	4. El paciente no tiene historia clínica asociada: El sistema despliega el mensaje "HCE no encontrada"
Prioridad	Alta, por ser una función básica
Frecuencia de uso	Alta
Canal al actor	A través de un *smartphone* con conexión a la intranet del establecimiento sanitario
Requerimientos asociados	ISA_R1
	ISA_R4
	IP_R1
	IP_R2
	IP_R3
	IP_R4
	IP_R5
	IP_R6
	AICI_R1
	AICI_R2
	AICI_R3

Tabla 5: Plantilla de caso de Uso para CUPS2: Identificar con foto del DNI o número de DNI y sexo al paciente para acceder a su información clínica relevante

CUPS3	
Actor principal	Personal de salud
Objetivo en contexto	Proveer al usuario con los datos que considere necesarios para el diagnóstico y tratamiento de un paciente en urgencias
Precondiciones	El personal de salud accedió correctamente a la aplicación, la identidad del paciente ha sido correctamente identificada y validada y se encontró la HCE asociada
Disparador	El usuario busca cierta información en particular dentro de los datos clínicos presentados por la aplicación
Escenario	1. El usuario filtra los datos
	2. Se despliega información filtrada
Excepciones	1. No se aplican filtros
Prioridad	Media, por ser una función opcional
Frecuencia de Uso	Media

CUPS3	
Canal al actor	A través de un *smartphone* con conexión a la intranet del establecimiento sanitario
Requerimientos asociados	FI_R1
	FI_R2
	FI_R3

Tabla 6: Plantilla de Caso de Uso CUPS3: Filtrar la información a partir de filtros predeterminados

CUPS4	
Actor principal	Personal de salud
Actor secundario	Administrador
Objetivo en contexto	Evitar ingresos inusuales a la aplicación para proteger la privacidad del paciente
Precondiciones	El personal de salud debe estar registrado en la aplicación, debe contar con un *smartphone* y estar conectado a la intranet del establecimiento sanitario
Disparador	No se reconoce la identificación o clave del personal de salud
Escenario	1. El usuario accede a la aplicación
	2. El usuario introduce su identificación de usuario
	3. El usuario introduce su clave
	4. El ingreso es incorrecto por primera vez
	5. El sistema despliega el mensaje “Clave incorrecta. Intente de nuevo o restaure su contraseña”
	6. El usuario proporciona su clave nuevamente
	7. El ingreso es incorrecto por segunda vez
	8. El sistema despliega el mensaje “Clave incorrecta. Intente de nuevo o restaure su contraseña”
	9. El usuario proporciona su clave nuevamente
	10. El ingreso es incorrecto por tercera vez
	11. El sistema bloquea la cuenta del usuario
	12. El sistema despliega el mensaje “Cuenta bloqueada. Restaure su contraseña”
	13. El sistema envía una alerta al administrador de la aplicación con el ID del usuario
Excepciones	1. El usuario restaura su contraseña online con la pregunta de seguridad en alguno de los intentos 1, 2 o 3
Prioridad	Alta, por seguridad
Frecuencia de Uso	Media (se espera que los usuarios no tengan errores de ingreso)
Canal al actor	A través de un *smartphone* con conexión a la intranet del establecimiento sanitario

CUPS4	
Requerimientos asociados	ISA_R1
	ISA_R2
	ISA_R3
	ISA_R5
	ISA_R6

Tabla 7: Plantilla de Uso para CUPS4: Ingreso incorrecto

Respecto a CUPS4 (tabla 7) en primer lugar el usuario introducirá su identificación de usuario y una vez que esta sea una identificación aceptada, se procederá con el ingreso de su contraseña. Si la contraseña no es correcta, se le dará al usuario la posibilidad de restaurarla (de manera online con una pregunta de seguridad establecida al momento del registro del profesional) o volverla a ingresar. Si el usuario decide ingresarla nuevamente y la ingresa mal, se le avisará que le queda un último intento y se le dará la opción de restaurarla. Si la ingresa mal por tercera vez, la tendrá que restaurar obligatoriamente para seguir haciendo uso de la aplicación. En caso de que no logre restaurarla, se bloqueará la cuenta del usuario, y se generará una alerta que será asignada a un administrador para clarificar la situación. En este caso el administrador podrá consultar los ingresos del usuario (consultar CUA4). El profesional entonces, deberá comunicarse con el administrador para que la misma sea desbloqueada. Un intento incorrecto se refiere a que un usuario en el período de 10 minutos ha ingresado una contraseña incorrecta para un mismo ID de usuario, sumándose cada intento incorrecto en este período y bloqueándose la cuenta en caso de llegar a los 3 intentos incorrectos.

CUA1	
Actor principal	Administrador
Actor secundario	Personal de Salud
Objetivo en contexto	Registrar a un nuevo usuario en la aplicación
Precondiciones	El personal de salud debe estar matriculado y formar parte delestablecimiento sanitario y el establecimiento sanitario cuenta con un administrador de la aplicación
Disparador	Se desea otorgar permisos para que use la aplicación un médico o enfermero
Escenario	1. El administrador accede a la aplicación
	2. El administrador selecciona la opción de alta de usuario
	3. El administrador otorga un ID usuario al personal de la salud correspondiente
	4. El administrador ingresa los datos del usuario (nombre, apellido, matrícula, contraseña, pregunta de seguridad, ID establecimiento sanitario, profesión)
	5. El administrador da de alta al usuario
Prioridad	Alta
Frecuencia de Uso	Media
Canal al actor	A través de una computadora con conexión a internet en el departamento de informática encargado de administrar la aplicación en el establecimiento sanitario

CUA1	
Requerimientos asociados	AMBC_R1

Tabla 8: Plantilla de Caso de Uso CUA1: Alta de usuario

CUA2	
Actor principal	Administrador
Actor secundario	Personal de Salud
Objetivo en contexto	Eliminar un usuario de los registros de la aplicación
Precondiciones	El usuario debe estar registrado en la aplicación y el establecimiento sanitario cuenta con un administrador de la aplicación
Disparador	Se desea quitarle los permisos para utilizar la aplicación a algún usuario
Escenario	1. El administrador accede a la aplicación
	2. El administrador selecciona la opción de baja de usuario
	3. El administrador busca el perfil de usuario que desea dar de baja
	4. El administrador selecciona la opción dar de baja al usuario
	5. El administrador presiona aceptar para dar de baja al usuario
Prioridad	Alta
Frecuencia de Uso	Media
Canal al actor	A través de una computadora con conexión a internet en el departamento de informática encargado de administrar la aplicación en el establecimiento sanitario
Requerimientos asociados	ABMC_R1
	AMBC_R2

Tabla 9: Plantilla de Caso de Uso CUA2: Baja de usuario

CUA3_1	
Actor principal	Administrador
Actor secundario	Personal de salud
Objetivo en contexto	Evitar ingresos inusuales a la aplicación para proteger la privacidad del paciente
Precondiciones	El usuario debe estar registrado en la aplicación y el establecimiento sanitario cuenta con un administrador de la aplicación
Disparador	El personal de salud reconoce un evento de inseguridad
Escenario	1. El personal de salud se comunica con el administrador ante un evento de inseguridad
	2. El administrador ingresa a la aplicación
	3. El administrador busca el perfil del usuario que desea modificar
	4. El administrador bloquea la cuenta del usuario

CUA3_1	
Excepciones	1. El administrador considera que no se trata de un evento de inseguridad
Prioridad	Alta, por seguridad
Frecuencia de Uso	Baja (se espera que los usuarios no tengan eventos de inseguridad frecuentemente)
Canal al actor	A través de una computadora con conexión a internet en el departamento de informática encargado de administrar la aplicación en el establecimiento sanitario
Requerimientos asociados	ABMC_R3

Tabla 10: Plantilla de caso de uso CUA3_1: Modificar estado de usuario - Bloquear cuenta del usuario

Es importante mencionar que, para el CUA3_1, el administrador de la aplicación evaluará si se trata de una amenaza que atente con la seguridad de los pacientes. Si este es el caso, esto recaerá a niveles más altos de organización del establecimiento sanitario. Se evaluarán las medidas a tomar; desde bloquear la cuenta del usuario, fortalecer la seguridad de la aplicación o determinar que se ha tratado de un hecho poco profesional por parte del personal de salud.

CUA3_2	
Actor principal	Administrador
Actor secundario	Personal de salud
Objetivo en contexto	Desbloquear cuenta de usuario
Precondiciones	El usuario debe estar registrado en la aplicación y el establecimiento sanitario cuenta con un administrador de la aplicación
Disparador	Se clarifica el evento de inseguridad con el personal de salud
Escenario	1. El administrador ingresa a la aplicación
	2. El administrador busca el perfil del usuario que desea modificar
	3. El administrador desbloquea la cuenta del usuario
Excepciones	-
Prioridad	Alta, por seguridad
Frecuencia de Uso	Media (se espera que los usuarios no tengan errores de ingreso o eventos de inseguridad)
Canal al actor	A través de una computadora con conexión a internet en el departamento de informática encargado de administrar la aplicación en el establecimiento sanitario
Requerimientos asociados	ISA_R3
	ABMC_R3

Tabla 11: Plantilla de caso de uso CUA3_2: Modificar estado de usuario - Desbloquear cuenta del usuario

CUA3_3	
Actor principal	Administrador
Actor secundario	Personal de salud
Objetivo en contexto	Modificar cuenta de usuario
Precondiciones	El usuario debe estar registrado en la aplicación y el establecimiento sanitario cuenta con un administrador de la aplicación
Disparador	El usuario desea o debe cambiar la contraseña y/o pregunta de seguridad
Escenario	1. El administrador ingresa a la aplicación
	2. El administrador busca el perfil del usuario que desea modificar
	3. El administrador restablece la contraseña y/o la pregunta de seguridad del usuario
Excepciones	-
Prioridad	Alta, por seguridad
Frecuencia de Uso	Media (se espera que los usuarios no tengan necesidad de cambiar la contraseña fuera del período de cambio de contraseña obligatorio cada 90 días)
Canal al actor	A través de una computadora con conexión a internet en el departamento de informática encargado de administrar la aplicación en el establecimiento sanitario
Requerimientos asociados	ABMC_R3

Tabla 12: Plantilla de Caso de Uso CUA3_3: Reestablecer contraseña y/o pregunta de seguridad del usuario

CUA4	
Actor principal	Administrador
Actor secundario	Personal de salud
Objetivo en contexto	Consultar el perfil del usuario, para verificar sus últimos ingresos
Precondiciones	El usuario debe estar registrado en la aplicación y el establecimiento sanitario cuenta con un administrador de la aplicación
Disparador	El administrador recibe una notificación de una alerta de inseguridad o bien se desea consultar el perfil del usuario
Escenario	1. El administrador ingresa a la aplicación
	2. El administrador busca el perfil del usuario que desea consultar
	3. El administrador consulta la información de ingresos del usuario presente en las bases de datos
Excepciones	-
Prioridad	Alta, por seguridad
Frecuencia de Uso	Media (se espera que los usuarios no tengan necesidad de cambiar la contraseña fuera del período de cambio de contraseña obligatorio cada 90 días)

CUA4	
Canal al actor	A través de una computadora con conexión a internet en el departamento de informática encargado de administrar la aplicación en el establecimiento sanitario
Requerimientos asociados	ABMC_R4

Tabla 13: Plantilla de Caso de Uso CUA4: Consultar perfil del usuario

5.7. Diagrama de canal

Los diagramas de actividades son importantes para documentar cómo los datos asociados fluyen a través del sistema, mostrando la secuencia completa de acciones que tienen lugar a partir de una entrada hasta la correspondiente salida. En particular se opta por realizar un diagrama de canal para cada caso de uso para entender el flujo de la información[5].

[5]La notación utilizada y su descripción se puede encontrar en el anexo A.2.2.1

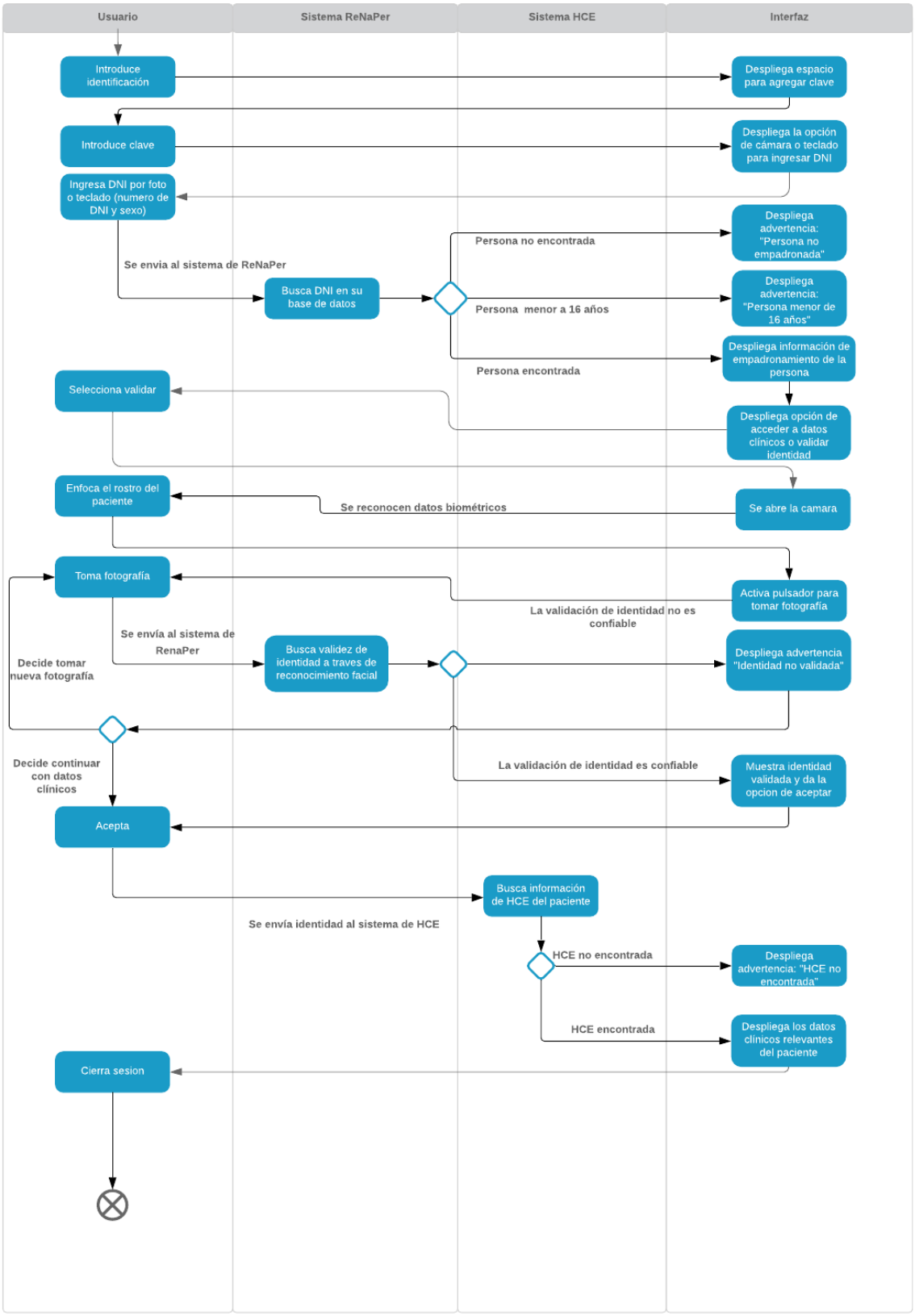


Figura 16: Diagrama de canal para CUPS1: Identificar con foto del DNI o número de DNI y sexo al paciente y validar su identidad con reconocimiento facial para acceder a su información clínica relevante

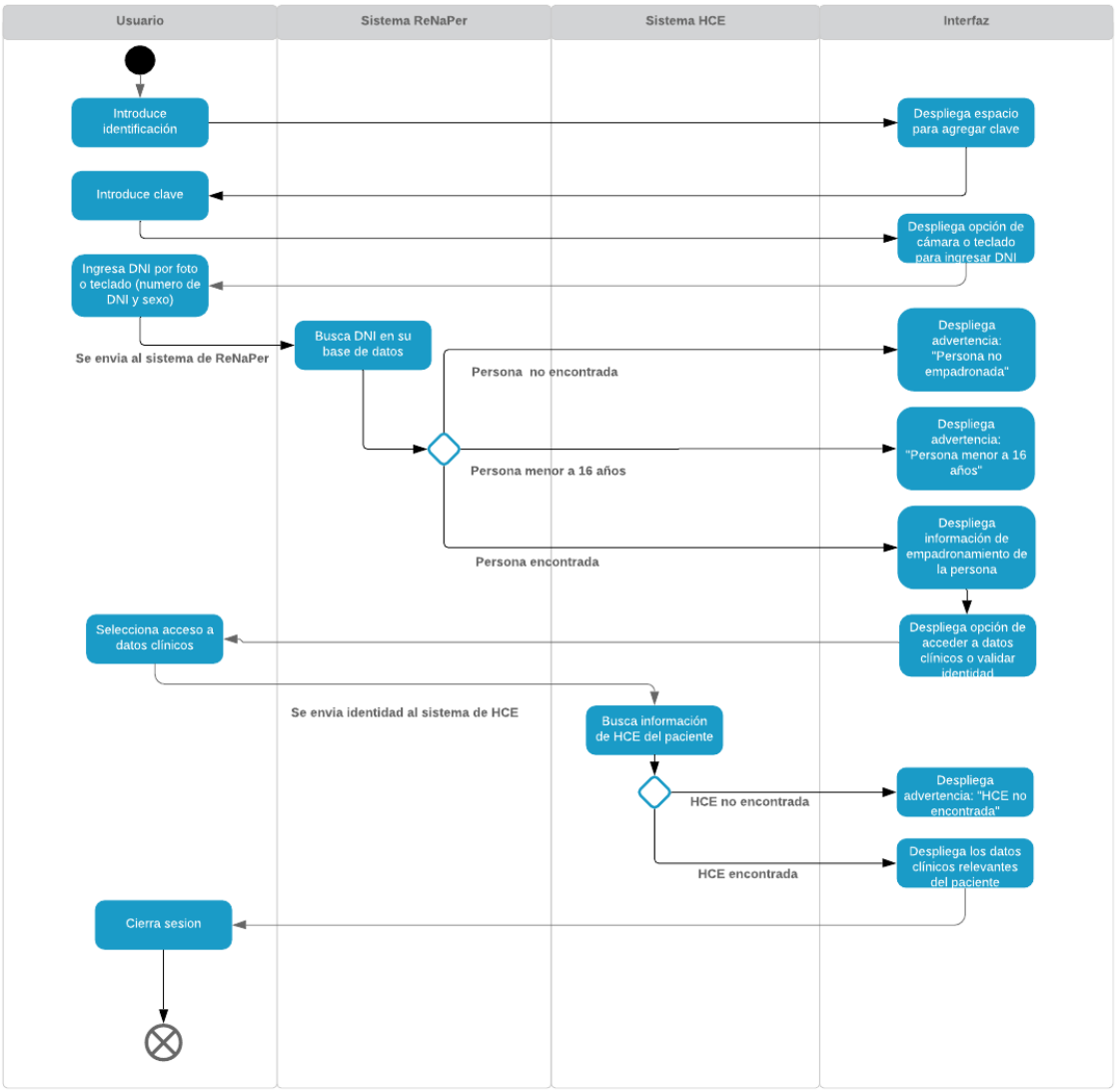


Figura 17: Diagrama de canal para CUPS2: Identificar con foto del DNI o número de DNI y sexo al paciente para acceder a su información clínica relevante

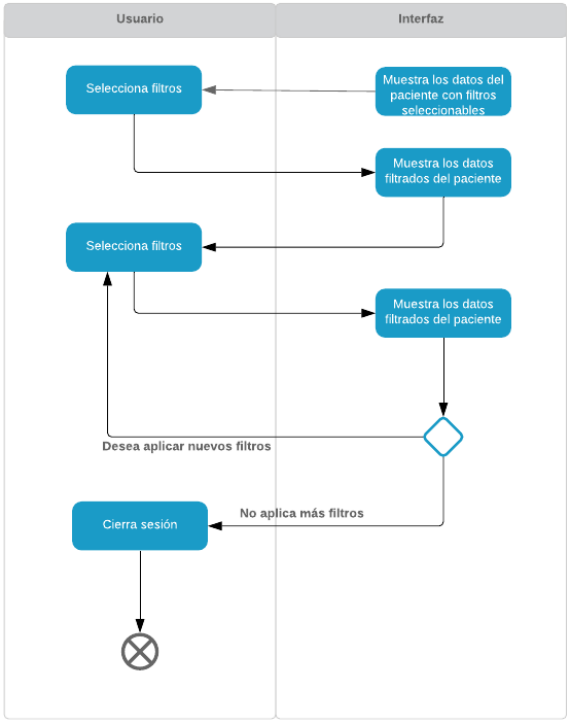


Figura 18: Diagrama de canal para CUPS3: Filtrar la información a partir de filtros predeterminados

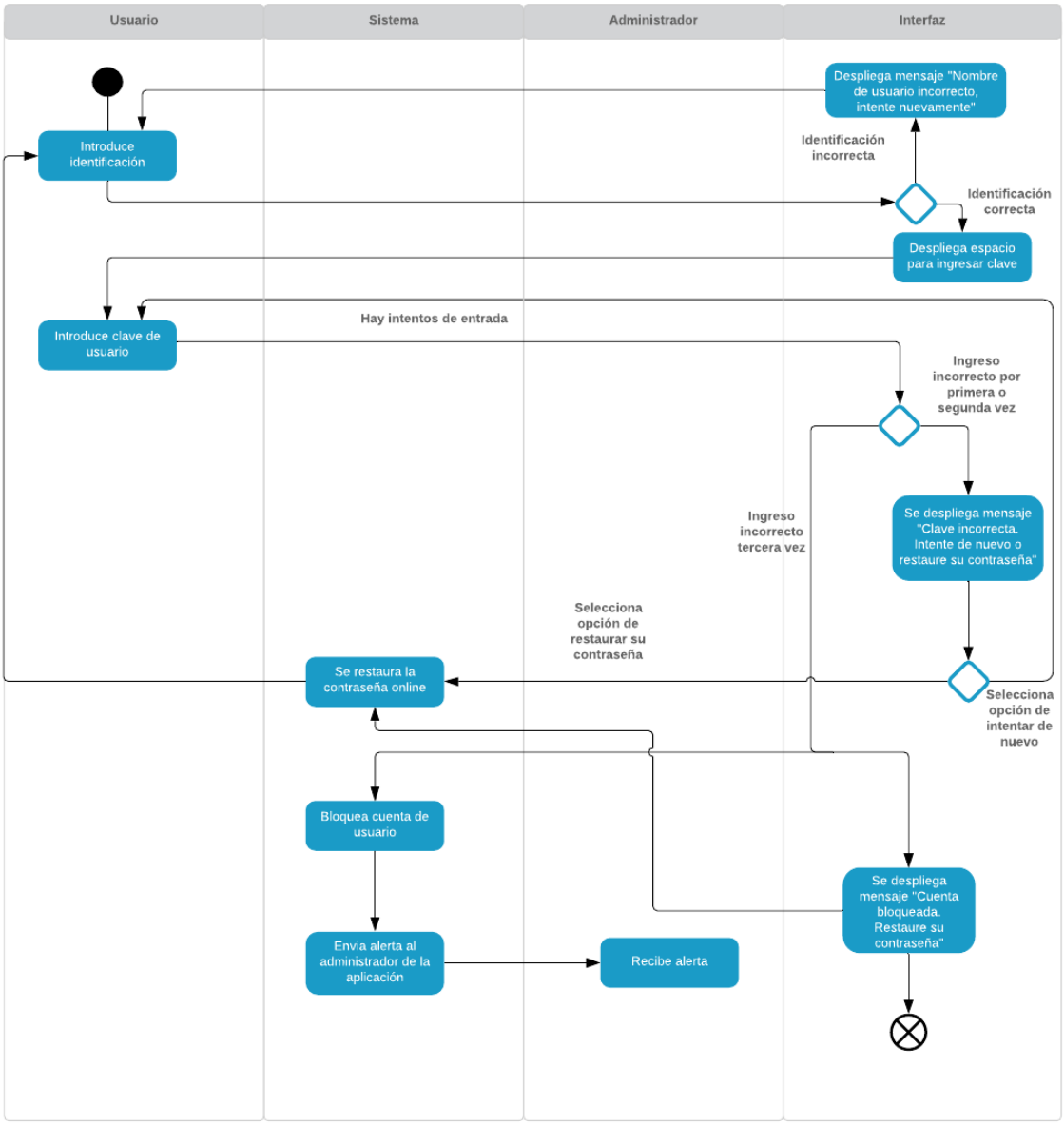


Figura 19: Diagrama de canal para CUPS4: Ingreso incorrecto

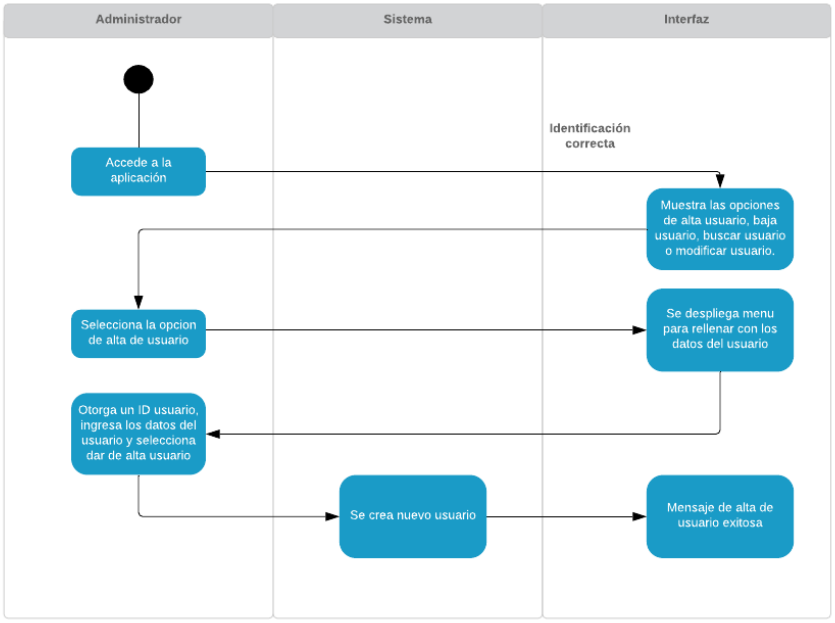


Figura 20: Diagrama de canal para CUA1: Alta de usuario

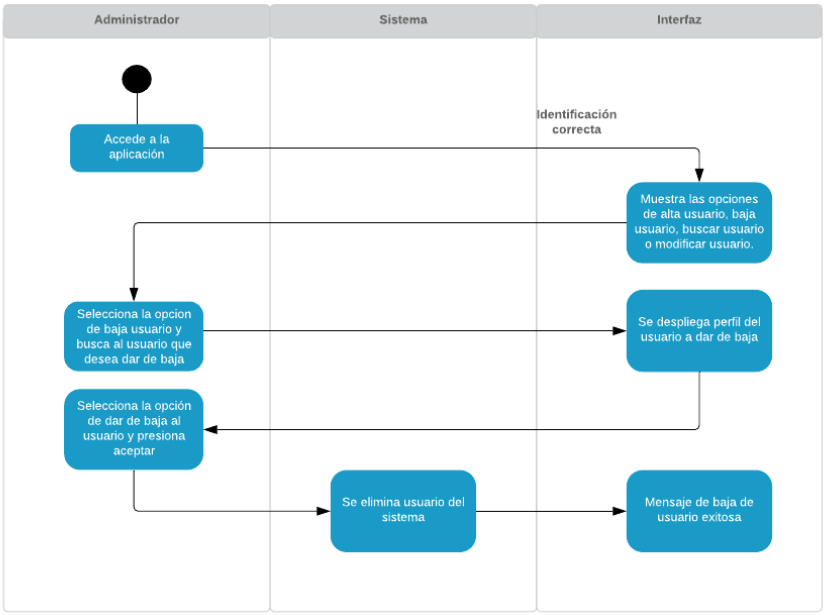


Figura 21: Diagrama de canal para CUA2: Baja de usuario

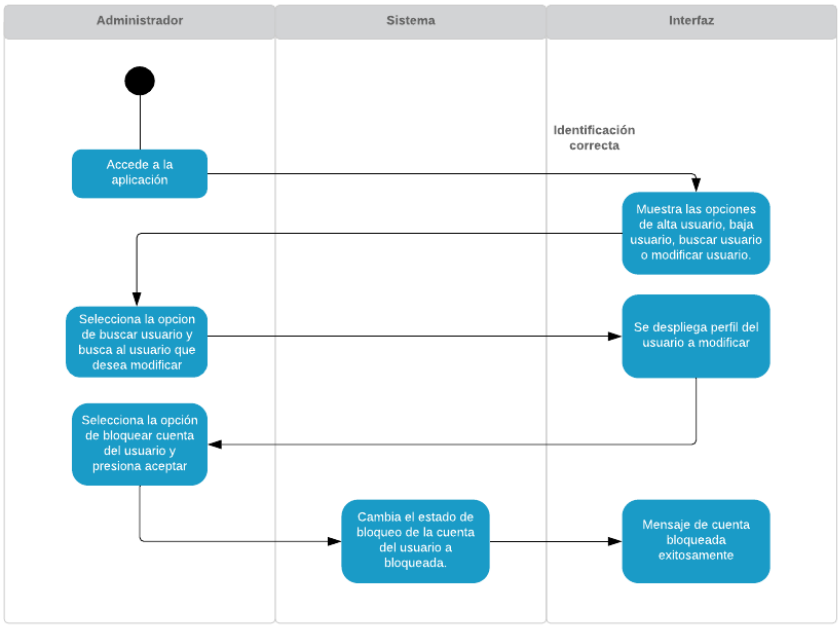


Figura 22: Diagrama de canal para CUA3_1: Modificar estado de usuario - Bloquear cuenta del usuario

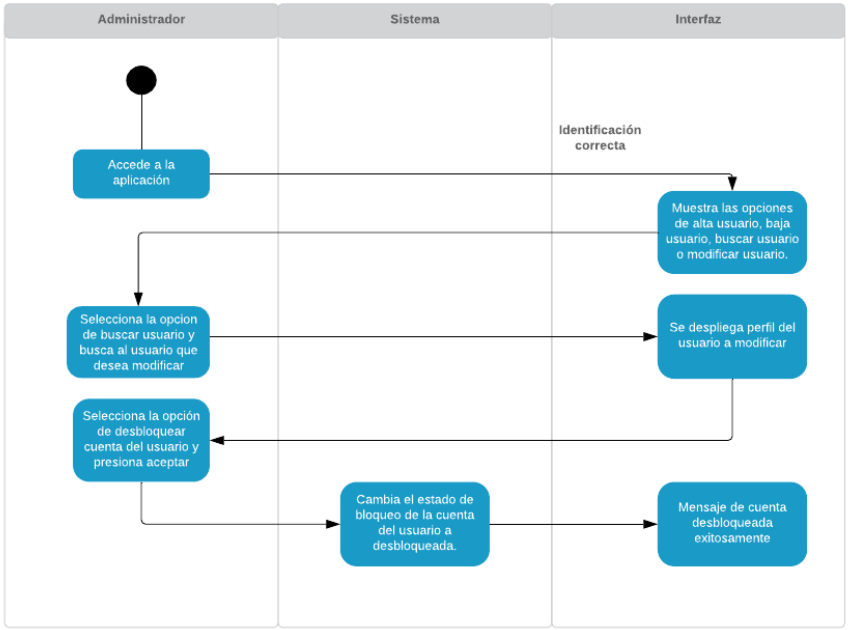


Figura 23: Diagrama de canal para CUA3_2: Modificar estado de usuario - Desbloquear cuenta del usuario

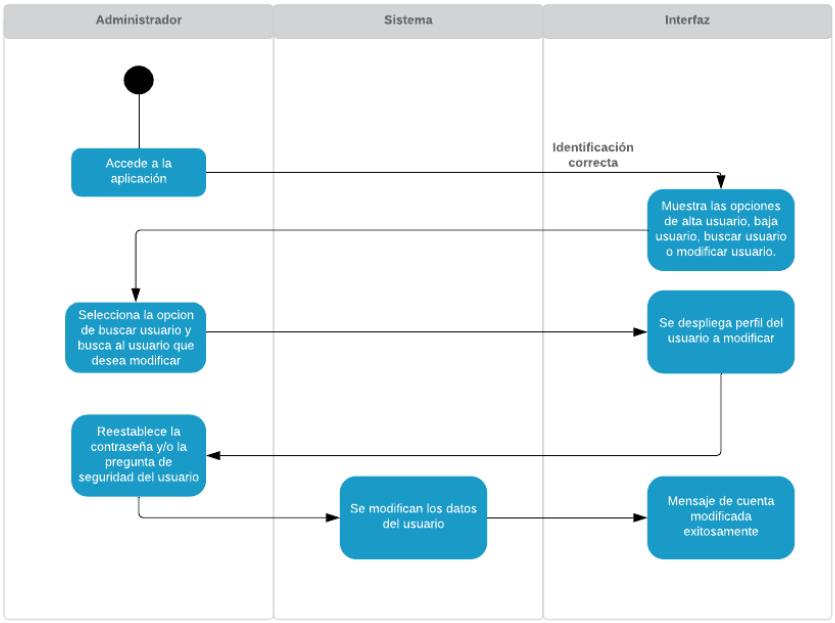


Figura 24: Diagrama de canal para CUA3_3: Reestablecer contraseña y/o pregunta de seguridad del usuario

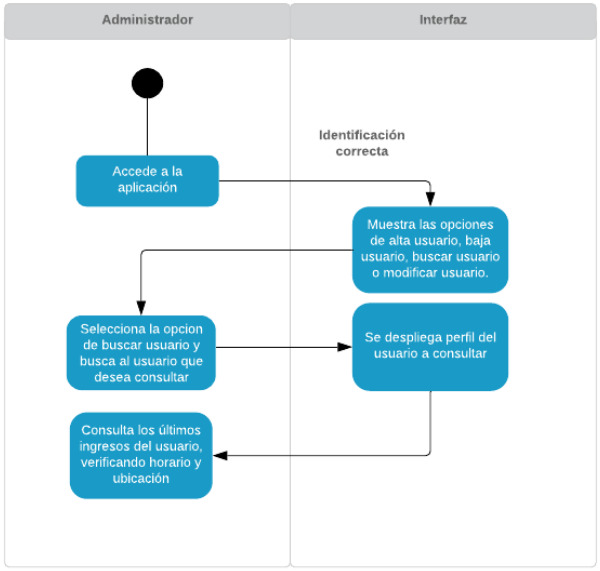


Figura 25: Diagrama de canal para CUA4: Consultar perfil del usuario

5.8. Diagrama de entidad relación

Una parte importante del modelado de sistemas es la definición de la forma lógica de los datos procesados por el sistema. Para realizar el modelo semántico de datos se opta por realizar un diagrama de entidad relación (DER). Este, tal como su nombre indica, presenta las entidades de datos, sus atributos asociados (propiedades o características de la entidad) y relaciones entre las entidades (cómo se asocian las mismas).

En primer lugar, se realiza un diccionario en donde se pueden ver las distintas entidades y sus atributos junto con una descripción:

Entidad	Atributo	Descripción
Usuario_administrador	ID Nombre Apellido ID_ES[6]	Tabla maestra que contiene la información de los administradores de la aplicación. A cada administrador se le otorga un ID único y se registra el establecimiento sanitario que tiene a cargo. Se espera que el administrador acceda desde su computadora laboral propia, lo que brindará su autenticación al sistema pudiendo sólo administrar aquellos usuarios que trabajen en el establecimiento sanitario en cuestión.
Usuario_perSalud	ID Clave ID_pS[7] Respuesta_pS Nombre Apellido Matrícula ID_ES Profesión Bloqueado	Tabla maestra de los usuarios finales de la aplicación a los que se les otorga un ID único teniendo en cuenta que este será su nombre de usuario con el que acceden a la aplicación. Pueden ser enfermeros o médicos y dentro de su rol institucional está el de utilizar la aplicación en situaciones de emergencia. Para almacenar la clave se debe pensar en mecanismos para encriptarla tal como *Hashing*[8]
Pregunta_Seguridad	ID Pregunta	Tabla maestra estática con las preguntas estandarizadas para que los usuarios puedan elegir una entre ellas.
Dispositivo	ID Descripción	Tabla maestra de los dispositivos habilitados para utilizarse con la aplicación, teniendo en cuenta que el fabricante del dispositivo le asigna un código único a su *smartphone*. Será gestionada por un técnico del departamento de informática y actualizada cada vez que se incorpore un nuevo dispositivo.
Est_Sanitario	ID Nombre Localización	Tabla maestra de los establecimientos sanitarios en los que se implementa la aplicación, otorgándoles un ID único. Será gestionada por un técnico que se encargue de llevar registro de los establecimientos.
Alertas	ID ID_usuarioAd[9] ID_acceso	Tabla de alertas de ingreso sospechoso generada luego de 3 intentos de acceso incorrectos.

[6] ES refiere a "Establecimiento Sanitario"
[7] pS refiere a "Pregunta de Seguridad"
[8] El *Hashing* refiere a encriptar claves y almacenarlas en la base de datos con un código distinto. Cuando el usuario acceda a la App, la clave de acceso también se encriptará y será comparada con la clave almacenada encriptada.
[9] Ad refiere a "Administrador"

Entidad	Atributo	Descripción
Acceso_perSalud	ID ID_usuarioPs[10] Fecha Hora Coordenadas ID_dispositivo N_intentos tiempo_transcurrido	Tabla que contiene los accesos, teniendo en cuenta quién ingresó y todos los datos asociados a esto.
Persona	ID ID_acceso N_DNI Sexo URI_DNI URI_foto	Tabla con los datos de las personas a las que se llevo a cabo la validación de la identidad.
Identificación	ID ID_persona Empadronada	Tabla para llevar registro de la identificación de la persona.
Validación	ID ID_identificación Confiable	Tabla con los datos de validación de la persona.
Datos_paciente	ID ID_persona N_HCE	Tabla con los datos del paciente en cuanto a su HCE. Cada paciente tiene un número único de historia clínica electrónica asociada.
Concepto	ID ID_categoría ID_subcategoría ID_tipo Terminología Query	Tabla estática de conocimiento para determinar los datos clínicos a los que es posible acceder desde la HCE y son de relevancia para el proyecto. También se indica cómo es posible acceder a esto según la consulta que deba hacerse en FHIR. Esta tabla se podría actualizar automáticamente con *seeders*[11] en caso de que la HCE se actualice y haya que, en consecuencia, actualizar las tablas de categoría, subcategoría y tipo.
Conceptos_accedidos	ID ID_paciente ID_concepto Resultado	Tabla de los datos clínicos accedidos del paciente junto a su valor obtenido al realizar la consulta. Esta tabla será únicamente accedida por un administrador con el rol de auditor.
Categoría	ID Descripción	Tabla estática de conocimiento según las posibles categorías que se le asignarán a los conceptos.

[10]Ps refiere a "Personal de Salud"

[11]Un *seeder* es un componente de un framework (es decir, código predeterminado de bajo nivel) que permite alimentar a las bases de datos de forma automática.

Entidad	**Atributo**	**Descripción**
Subcategoría	ID Descripción	Tabla estática de conocimiento según las posibles subcategorías que se le asignarán a los conceptos.
Tipo	ID Descripción	Tabla estática de conocimiento según los posibles tipos que se le asignarán a los conceptos.

Tabla 14: Diccionario para el DER

Luego, se realiza el diagrama de entidad relación[12]. Para la realización del mismo, las distintas entidades se convierten en tablas dentro de la base de datos y sus atributos en campos de esas tablas detallando el tipo de dato en la tercera columna.

[12]La notación utilizada y su descripción se puede encontrar en el anexo A.2.3.3

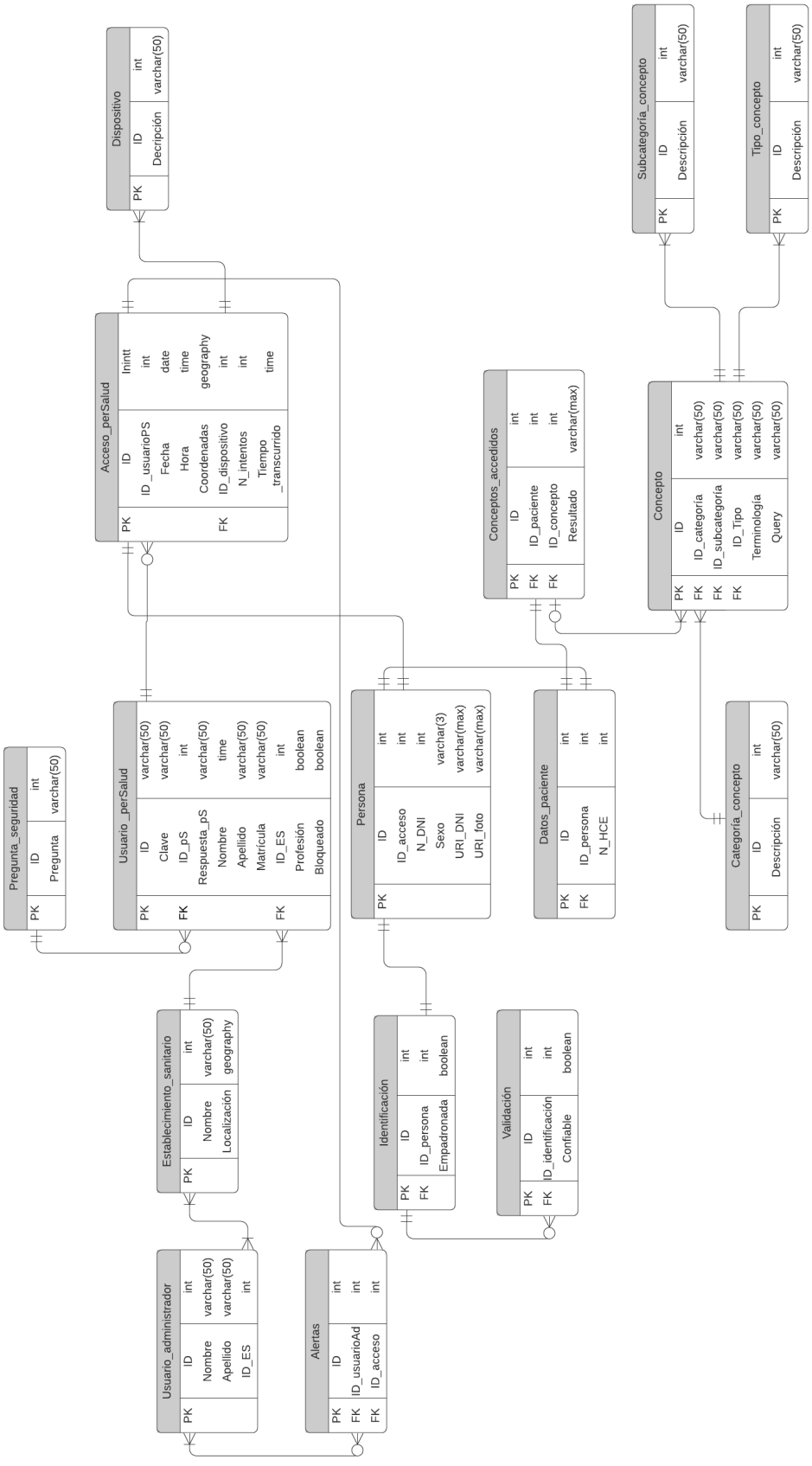


Figura 26: Diagrama de entidad relación para *Medic*

Un aspecto importante a tener en cuenta es el almacenamiento de objetos, en este caso el almacenamiento de la foto del DNI (en caso que se elija esta opción) y la foto del reconocimiento facial. Un objeto consta de los datos almacenados, algunos metadatos y un identificador único para acceder a él (URI, por sus siglas en inglés de *uniform resource identifier*) [47]. Es por ello que el URI será almacenado para los objetos mencionados a fin de poder acceder a estos.

Cabe destacar que si la validación de la identidad no tiene lugar, la tabla de validación de identidad no se usará para ese paciente. En cuanto a la tabla de conceptos, es una tabla estática que sirve de base de conocimiento para determinar qué recursos y atributos son necesarios para la aplicación teniendo su código de terminología asociado y su parámetro de búsqueda necesario para obtenerlo según FHIR. En lo que respecta a las tablas de categoría, subcategoría y tipo, son clasificaciones que se les dará a los conceptos clínicos deseados para su mejor organización y *display* en la aplicación.

Otro aspecto a mencionar es el tipo de datos que se utiliza en las tablas [48]:

- **varchar(n):** Datos de cadena de tamaño variable. Usa "n" para definir el tamaño del string en bytes y puede ser un valor de 1 a 8000.
- **Geography:** Tipo de datos espaciales con coordenadas de latitud y longitud.
- **Int:** Tipo de datos para almacenar números enteros.
- **Date:** Define una fecha con el formato AAAA-MM-DD.
- **Time:** Define la hora de un día, basándose en un reloj de 24 horas como HH:MM:SS.

5.9. Diagrama de flujo de datos

Una vez definidos los datos con los que se trata, se modela su flujo desde el punto de vista del tipo entrada-proceso-salida para el sistema. Se representa en forma jerárquica habiendo varios niveles. A medida que se avanza se profundiza progresivamente en cómo se manejan los datos, bajando el nivel de abstracción. El **nivel 0** es llamado también diagrama de contexto, y es un panorama básico de todo el sistema. El **nivel 1** brinda un desglose de piezas más detallado del diagrama a nivel contexto, destacando las funciones principales que el sistema lleva a cabo. Finalmente, el **nivel 2** profundiza un paso más hacia partes del **nivel 1**.

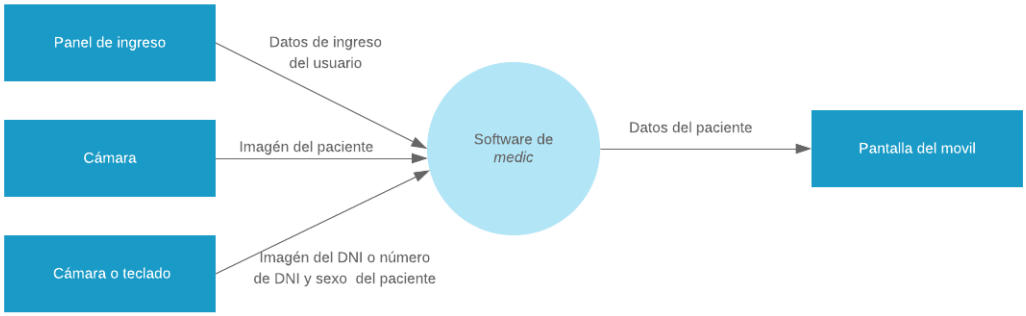


Figura 27: Diagrama de flujo de datos nivel 0

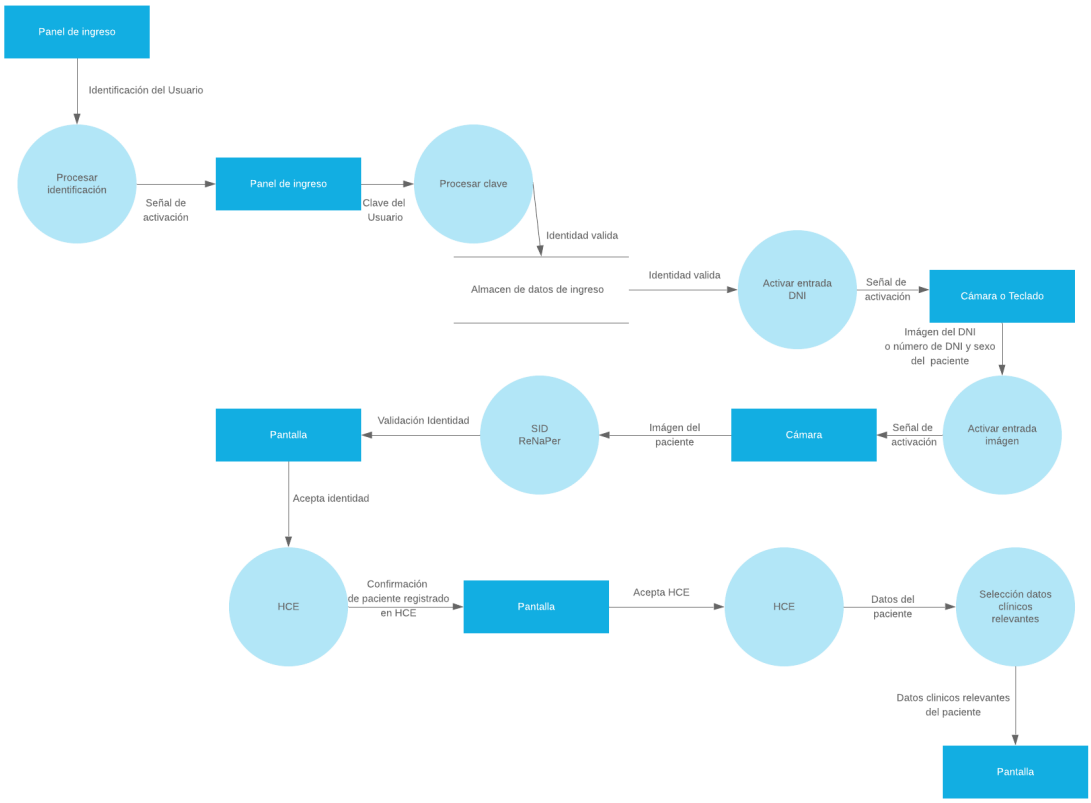


Figura 28: Diagrama de flujo de datos nivel 1

Figura 29: Diagrama de flujo de datos nivel 2 - Activar cámara

Figura 30: Diagrama de flujo de datos nivel 2 - Filtrar datos

5.10. Diagrama de clases

El diagrama de clases[13] se realiza a fin de representar qué objetos deben estar presentes en el software, mostrando sus operaciones y las relaciones e interacciones entre ellos. Se toma como base el DER de la figura 26 tomando una orientación en objetos, donde los atributos mencionados en las clases se corresponden con los presentados por el mismo.

[13]La notación utilizada y su descripción se puede encontrar en el anexo A.2.2.1

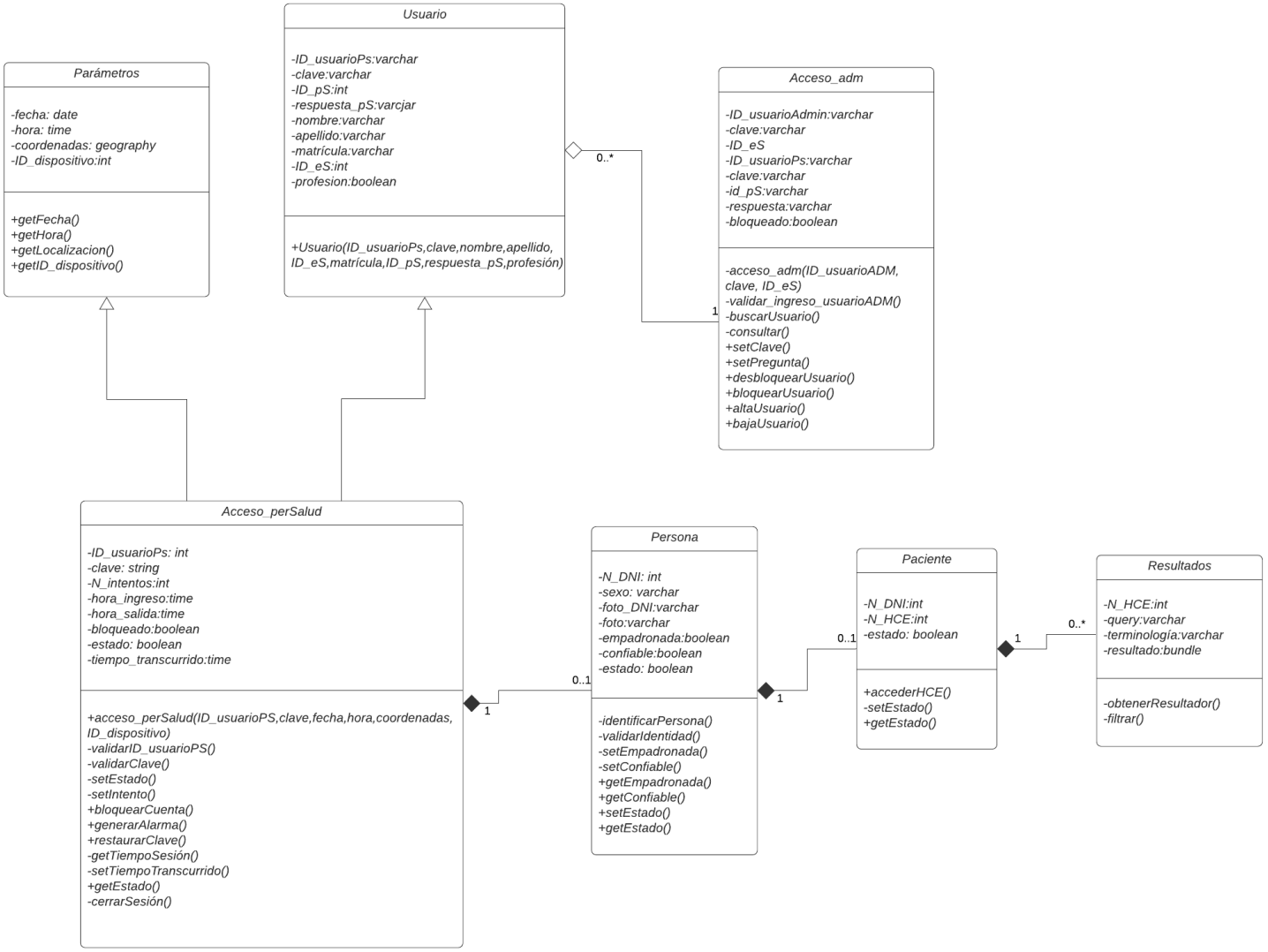


Figura 31: Diagrama de clases para Medic

Se describen las clases observadas en la figura 31.

5.10.1. Usuario

- **Usuario(**ID_usuarioPS,clave,ID_pS,respuesta_pS,nombre,apellido,matrícula,ID_eS, profesión**)**: Es el constructor de la clase, creado a partir de altaUsuario() realizado por la clase **Acceso_adm**. Los accesos del personal de salud heredarán estos atributos.

5.10.2. Parámetros

Este objeto sirve para obtener los parámetros necesarios para construir el constructor de acceso del personal de salud y caracterizarlo.

- **getFecha():** Permite obtener la fecha corriente.
- **getHora():** Permite obtener la hora corriente.
- **getLocalizacion():** Permite obtener las coordenadas desde donde se está realizando el ingreso a la aplicación. Hay diversos métodos para hacer esto, tal como utilizar una web API (como es el caso de HTML API *Gelocation* haciendo uso de *Navigator* [49]). Luego, estas coordenadas podrán ser convertidas a la dirección física con, por ejemplo, Google Maps [50].
- **getID_dispositivo():** Permite obtener el número único de dispositivo.

5.10.3. Acceso_perSalud

- **acceso_perSalud(**ID_usuarioPS, clave,fecha, hora, coordenadas,ID_dispositivo**):** Es el constructor de la clase, donde para considerarse un acceso por parte del personal de salud debe tener asociado todos los parámetros heredados de la clase **Parámetros**.
- **validarID_usuarioPs():** Valida si el ID del usuario que ingrese el personal de salud está en la base de datos del sistema. Devuelve *TRUE* o *FALSE*, donde un resultado *TRUE* permite al usuario ingresar su clave significando que su ID ha sido validado.
- **validarClave():** Valida si la clave ingresada por el usuario se corresponde con la presente en la base de datos para ese ID_usuarioPs. Devuelve el campo booleano *TRUE* o *FALSE*.
- **setEstado():** En caso de que validarClave() devuelva el valor *TRUE*, se asigna el estado del acceso en *TRUE* indicando que el mismo está autorizado para utilizar las funcionalidades de la aplicación como personal de salud.
- **setIntento()**: Se considera un intento si dentro de los 10 minutos se ingresa para un mismo ID_usuario_Ps una clave distinta al mismo tiempo que validarClave() devuelva el valor *FALSE*. De esta manera el atributo N_intento irá cambiando su valor.
- **bloquearCuenta():** En caso que setIntento() devuelva el N_intento igual al número 3, se bloquea la cuenta del usuario y se asigna *TRUE* en el atributo "bloqueado" indicando que la cuenta ha sido bloqueada por el sistema impidiendo que ese ID_usuario_Ps pueda utilizar las funcionalidades de la aplicación.

- **generarAlerta():** En caso que setIntento() devuelva el número 3, se genera una alarma con la información del acceso y el administrador la recibirá para que consulte la actividad del usuario.
- **restaurarClave():** En caso que setIntento() devuelva el número 1, 2 o 3, el usuario puede restaurar su clave de manera online. Para esto utiliza su pregunta de seguridad.
- **getTiempoSesión()**: Toma como entrada el tiempo de inicio de la sesión y el tiempo presente y devuelve el tiempo transcurrido.
- **setTiempoTranscurrido():** Una vez que el atributo "estado" tenga el valor *FALSE* nuevamente, al atributo "tiempo_transcurrido" se le asigna la diferencia entre hora_Ingreso y el resultado que devuelve getHora().
- **getEstado():** Devuelve el estado del acceso donde, en caso de devolver *TRUE*, se crea la clase persona en la que el usuario puede identificar y validar la identidad del paciente.
- **cerrarSesión():** En caso de que getTiempoSesión() devuelva un número mayor a 10 minutos, el sistema cierra sesión automáticamente asignándole un *FALSE* a "estado". En caso de que el usuario cierre sesión presionando el botón de cerrar sesión, se asigna *FALSE* al "estado".

5.10.4. Persona

- **identificarPersona():** Establece conexión con la API del SID. El proceso recibe una foto del DNI de la persona tomada con el *smartphone* o bien el número del DNI y el sexo de la persona ingresados por teclado. Devolve un booleano donde será *FALSE* si no se identificó a la persona y *TRUE* caso contrario. A nivel de la interfaz devuelve el estado de empadronamiento de la persona. Permite acceder a los datos clínicos del paciente o continuar con la validación de la identidad de la misma.
- **validarIdentidad():** Establece nuevamente conexión con la API del SID, recibiendo como entrada los mismos parámetros que la función anterior además de una foto que es tomada por el usuario. Devuelve un booleano donde será *FALSE* si la validación no es confiable y *TRUE* caso contrario. A nivel de interfaz devuelve la información del estado de la validación y, en caso de no validar la identidad de la persona, la interfaz desplegará la opción de tomar nuevamente la foto o proseguir con los datos clínicos del paciente.
- **setEmpadronada():** Asigna *TRUE* o *FALSE* al atributo "empadronada" de acuerdo a lo devuelto por identificarPersona().
- **setConfiable():** Asigna *TRUE* o *FALSE* al atributo "confiable" de acuerdo a lo devuelto por validarIdentidad().
- **getEmpadronada():** Permite obtener el valor del atributo "empadronada" de la base de datos de la tabla de "Identificación" (ver figura 26).
- **getConfiable():** Permite obtener el valor del atributo "Confiable" de la base de datos de la tabla de "Validación" (ver figura 26).
- **setEstado():** En caso de que el atributo "empadronada" o "confiable" se encuentren en *TRUE*, al atributo "Estado" se le asigna el valor *TRUE*.

- **getEstado():** En caso de que "Estado" tenga asignado el valor *TRUE* se puede proceder a buscar la HCE de CABA del paciente.

5.10.5. Paciente

- **accederHCE():** Establece conexión con la HCE de CABA. Para ello se necesita el DNI del paciente y se le asigna el número de HCE del mismo al atributo "N_HCE".
- **setEstado():** En caso de que exista la HCE de CABA del paciente, se asigna *TRUE* al atributo "estado" y *FALSE* caso contrario.
- **getEstado():** En caso que el atributo "estado" esté en *TRUE* se pueder acceder a los datos clínicos del paciente.

5.10.6. Resultados

- **obtenerResultados()**: A partir de los parámetros de búsqueda específicos para cada concepto de interés de acuerdo a la tabla de conocimiento del DER (figura 26) que se realizan sobre la HCE de CABA se obtienen los resultados. Se devuelve entonces un "*Bundle*" de los recursos deseados, donde este término refiere a un conjunto de recursos solicitados. A nivel interfaz devuelve los datos clínicos relevantes.
- **filtrar():** será el proceso mediante el cual el usuario final interactúe con la aplicación y filtre aquellos datos que le son de interés. A nivel de interfaz se muestren distintos conceptos de acuerdo a lo seleccionado.

5.10.7. Acceso_adm

- **validar_ingreso_usuarioADM():** La información de usuario del administrador es validada para acceder a las funcionalidades de la aplicación según el rol de administador.
- **buscarUsuario():** Permite buscar el usuario en la base de datos de acuerdo al ID_usuarioPs .
- **consultar():** Permite acceder al registro de accesos del usuario que se ha buscado.
- **bloquearUsuario():** En caso de registrarse un evento de inseguridad el administrador puede bloquear al usuario, otorgando *TRUE* al atributo "bloqueado" del mismo. De esta manera, los usuarios con este estado no pueden acceder a su cuenta.
- **desbloquearUsuario()**: En caso de haber clarificado la situación el administrador restaura la situación de usuario otorgandole *FALSE* al atributo "bloqueado".
- **setClave():** Restaura el atributo "Clave" del usuario.
- **setPregunta():** Restaura la pregunta de seguridad del usuario y su respuesta (ID_pS y Respuesta_pS).
- **altaUsuario()**: Agrega un nuevo registro de usuario a la base de datos. Para esto utiliza los parámetros ID_usuarioPS, clave, ID_pS, respuesta_pS, nombre, apellido, matrícula, ID_eS y profesión creando la clase **Usuario**.
- **bajaUsuario():** Permite eliminar de la base de datos el registro asociado a ID_usuarioPs.

6. Modelado del Diseño

En esta sección se traducen los requerimientos planteados en la sección 5, donde los diagramas realizados se utilizan como base para elegir el diseño de la arquitectura, definiendo las reglas del mismo a partir de los atributos de calidad. La arquitectura permite plasmar los diferentes componentes determinando la estructura de la aplicación y cómo estos interactúan en conjunto.

6.1. Estilo arquitectónico

En cuanto al estilo arquitectónico de la aplicación, se opta por utilizar el patrón **Modelo Vista Controlador** (MVC) descrito en el anexo A.3.1, dado que al separar el software en los componentes modelo-vista-controlador, se logra tener mayor organización del sistema en base a su función. El flujo que sigue la aplicación para cada uno de los componentes de este estilo de arquitectura es el siguiente:

1. El usuario interactúa con la interfaz de usuario desde su *smartphone* (en el caso que se trate del personal de salud) o desde la computadora (en caso que se trate del administrador de la aplicación). Precisamente, una interacción del personal de salud implica presionar alguno de los botones que disponga la interfaz sobre la pantalla del *smartphone* (que será desplegada por el componente **vista**) para navegar por la aplicación.

2. El **controlador** recibe la notificación de la acción solicitada por el usuario y gestiona el evento que llega a fin de devolverle al mismo una respuesta acorde a su interacción con la interfaz.

3. El **controlador** delega en el **modelo** las diferentes operaciones y objetos. Además modifica los parámetros de estos últimos acorde a la acción solicitada por el usuario, proveyendo a las clases de los atributos para poder realizar sus operaciones.

4. Una vez que el **controlador** obtiene un resultado brindado por alguna de las operaciones de las clases del componente **modelo**, se comunica con la **vista** que se encarga de desplegar la interfaz de usuario acorde a los cambios del **modelo**.

5. La interfaz de usuario espera nuevas interacciones del usuario, comenzando el ciclo nuevamente.

6.2. Refinamiento de la arquitectura

Una vez definido el patrón MVC para la aplicación a desarrollar, se realizan los distintos diagramas de la arquitectura para ir de un nivel de abstracción más alto a uno más bajo. De esta manera se podrá modelar correctamente el estilo arquitectónico consiguiendo alcanzar el flujo propuesto anteriormente del MVC.

6.2.1. Primer diseño: diagrama en contexto

Para comprender las interacciones con el sistema, primero se describe el contexto de la aplicación a partir del siguiente diagrama:

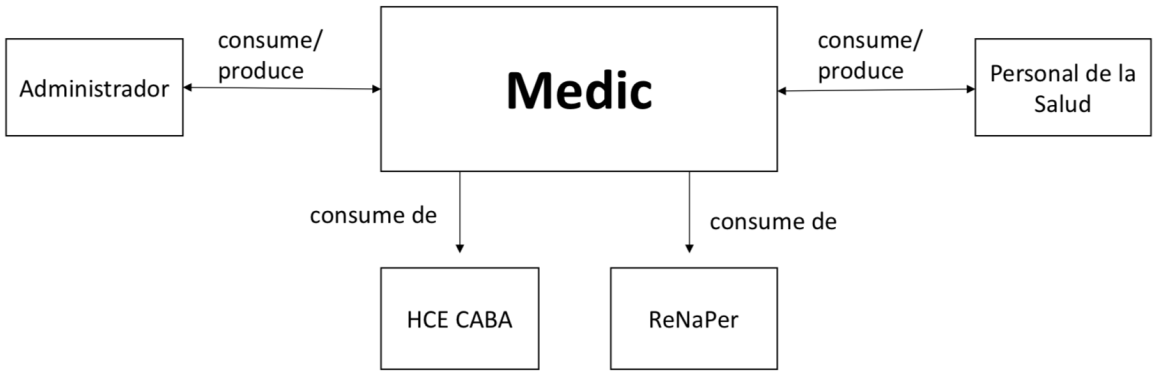


Figura 32: Diagrama en contexto de Medic

Los distintos componentes del diagrama 32 se describen según:

- **Sistema objetivo:** Refiere al sistema en cuestión que se está desarrollando, *Medic*.
- **Sistemas subordinados:** Refiere a los servicios externos ofrecidos por el ReNaPer y la HCE de CABA utilizados por la aplicación.
- **Actores:** Son los usuarios finales de la aplicación, que proveen de las fotos y los datos necesarios para permitir alcanzar las funcionalidades de la aplicación y luego consumen los datos producidos por el software. En paralelo, los administradores de la aplicación dan de alta, baja, modifican y pueden acceder a los *logs* del personal de salud para contribuir con la seguridad de la aplicación, bloqueando las cuentas de usuarios en caso de detectarse actividad fuera de lo usual.

El entendimiento del contexto de la aplicación es esencial para posteriormente describir cómo interactuará cada componente bajo un mismo sistema.

6.2.2. Segundo diseño: diagrama de componentes

En una segunda instancia, se diseña un diagrama de arquitectura tentativo básico con los componentes esenciales en la aplicación para luego refinarlo hasta obtener el nivel de detalle deseado. Con una primera aproximación se mencionan los módulos esenciales de la aplicación empezando con el *backend* y el *frontend* mostrando los actores que interactúan con la misma: el personal de salud y el administrador. Estos actores interactúan cada uno con un *frontend* distinto como se ve en la figura 33, ya que el personal de salud accede a una aplicación móvil y el administrador a una aplicación web. Cada *frontend* se conecta con el *backend* que almacena los datos en una base de datos relacional. Luego se ven los sistemas subordinados externos que se conectan con el *backend* de la aplicación: el SID y la HCE de CABA, los cuales ofrecen una API para utilizar sus servicios. Se pensó también en diseñar un sistema con un *backend* distinto para la funcionalidad de monitoreo por parte del administrador, para tener mayor seguridad al reducir el riesgo de alguna brecha de acceso. De todas maneras, se considera que para una primera entrega de la arquitectura de la aplicación, el presente diseño cumple con todos sus requisitos.

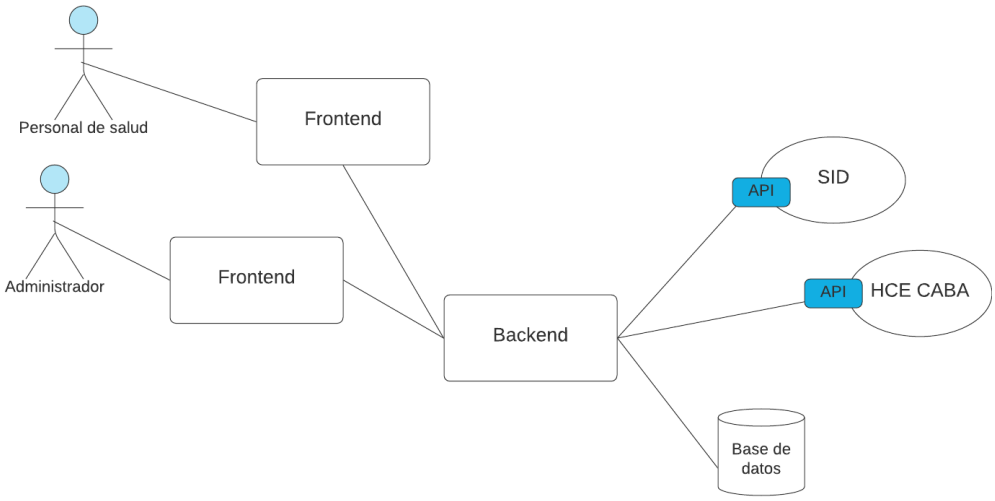


Figura 33: Diagrama de la arquitectura con sus componentes esenciales

6.2.3. Tercer diseño: arquitectura física

A continuación, se detallan las distintas zonas previamente esbozadas pudiendo observar además las comunicaciones entre ellas. Para ello se presenta la arquitectura física.

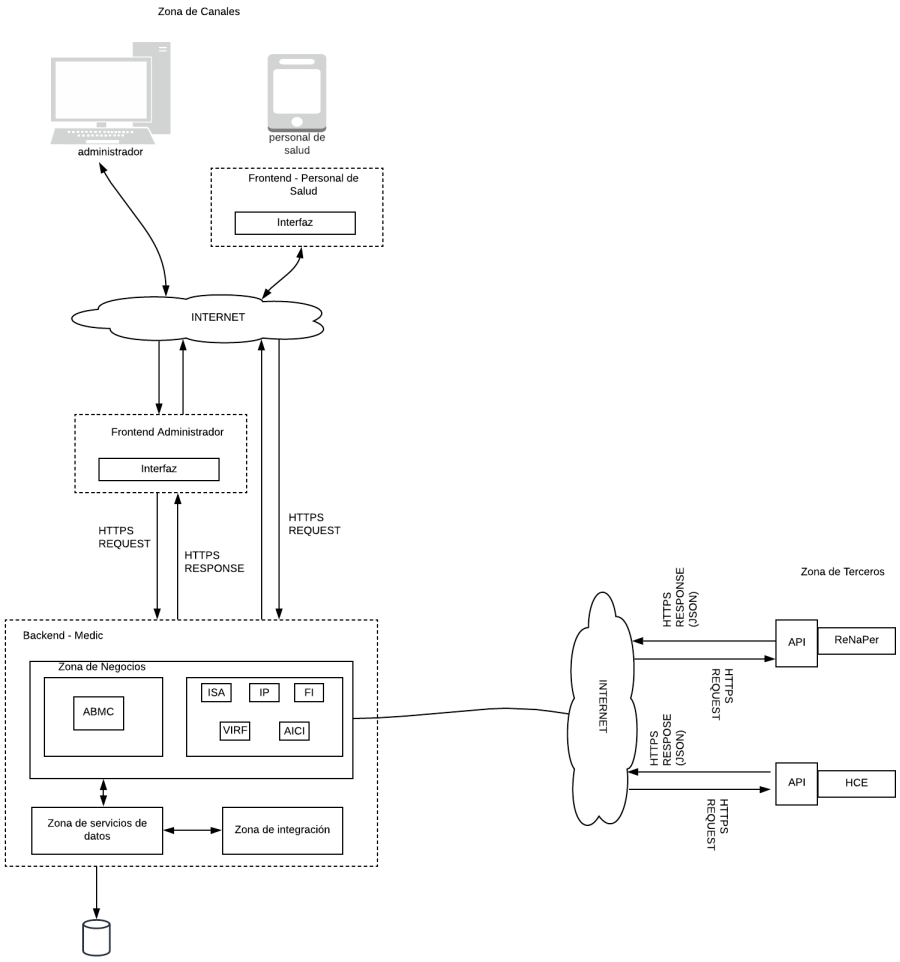


Figura 34: Arquitecura Física de Medic

Como se puede observar en la figura 34, se diagrama la aplicación en base a las distintas zonas que intervienen en el sistema teniendo cada una un objetivo.

Dentro de las zonas se encuentra en primer lugar la **zona de canales**. En ella se encuentra la **subzona de aplicación móvil**, a través de la cual el personal de salud va a interactuar con la aplicación móvil utilizando un *smartphone*. También se encuentra la **subzona de administración** para el monitoreo de la aplicación por parte del administrador, interactuando con la aplicación web. La zona de canales se comunica con la **zona de negocios** en el *backend*, a través del protocolo HTTPS, versión cifrada del protocolo HTTP. El software está alojado en un servidor Web y sigue el estilo REST, por lo que se deberían definir las URLs para los servicios determinando el dominio de los sistemas. Luego, a nivel de ambos *frontend*, el HTML se renderiza a través de la interfaz como respuesta de la aplicación.

En la **zona de negocios** se encuentran las funcionalidades del sistema, las cuales derivan de los requerimientos funcionales mencionados anteriormente en la sección 5.5:

- **ISA: Inicio de sesión a la aplicación**. Permite el ingreso por parte del personal de salud autorizado a la aplicación, los cuales ya están previamente registrados. Para esto, es necesario tener mecanismos de seguridad para evitar el acceso a la aplicación de personas no deseadas y lograr proteger la información de los pacientes. Además, es la encargada de enviar una alerta al administrador en caso del bloqueo de la cuenta de un usuario ante un intento de ingreso sospechoso.

- **IP: Identificación de pacientes con foto de DNI o número DNI y sexo.** Permite el ingreso del documento del paciente y devuelve el estado de empadronamiento de este. Para esto es necesario comunicarse con el servicio del SID (servicio externo) que valida la concordancia entre los datos de número de DNI y sexo con los presentes en la base de datos del ReNaPer.

- **VIRF: Validar la identidad del paciente mediante reconocimiento facial**. Se comunica con SID, enviándole una imagen tomada por el usuario del rostro del paciente el cual indica si la validación es confiable o no.

- **AICI: Acceder a información clínica de interés del paciente.** Permite verificar la existencia de la HCE del paciente y desplegar los datos clínicos de interés. Para eso es necesario comunicarse con el servicio externo de la HCE de CABA.

- **FI: Filtrar información.** Permite modificar la interfaz que le es mostrada al usuario de acuerdo a filtros predeterminados.

- **ABMC: Alta, baja, modificación, consulta.** Esta funcionalidad le permite al administrador de la aplicación registrar o dar de baja un usuario, así como también modificar y restablecer atributos de su perfil. Para ello se comunica directamente con la base de datos.

Luego se encuentra la **zona de terceros**, cuyos servicios externos que están alojados en un servidor web. Particularmente, se utilizan los servicios ofrecidos por el SID y la HCE de CABA, los cuales son consumidos mediante la API REST que los mismos ofrecen comunicándose con el protocolo HTTP.

La **zona de servicios de datos** va a permitir almacenar todos aquellos datos que sean producidos o actualizados por **la zona de negocios**, teniendo en cuenta las operaciones descritas en el diagrama de clases de la figura 31. Para almacenar los datos que son recibidos por los sistemas externos, se va a comunicar con la **zona de integración** que realiza las transformaciones necesarias sobre estos para integrar los tres sistemas y lograr

una coherencia entre los datos. Aquí actúa el parser de JSON para almacenar los datos recibidos correctamente por ambas APIs (que devuelven datos en este formato), al mismo tiempo que HAPI FHIR se implementa para la interoperabilidad con FHIR[14]. Finalmente, se comunica con la **zona de datos** que es donde se van a almacenar los datos en una base de datos de tipo relacional para la que se utilizaría SQL para consultar y definir los datos (observándose el diseño de la base en el DER de la figura 26).

6.2.4. Cuarto diseño: modelo - vista - controlador

Como se mencionó anteriormente, el diseño arquitectónico elegido es el de MVC. En este se pueden identificar tres componentes: el **modelo**, la **vista** y el **controlador** que se encarga de realizar la comunicación entre vistas y modelos.

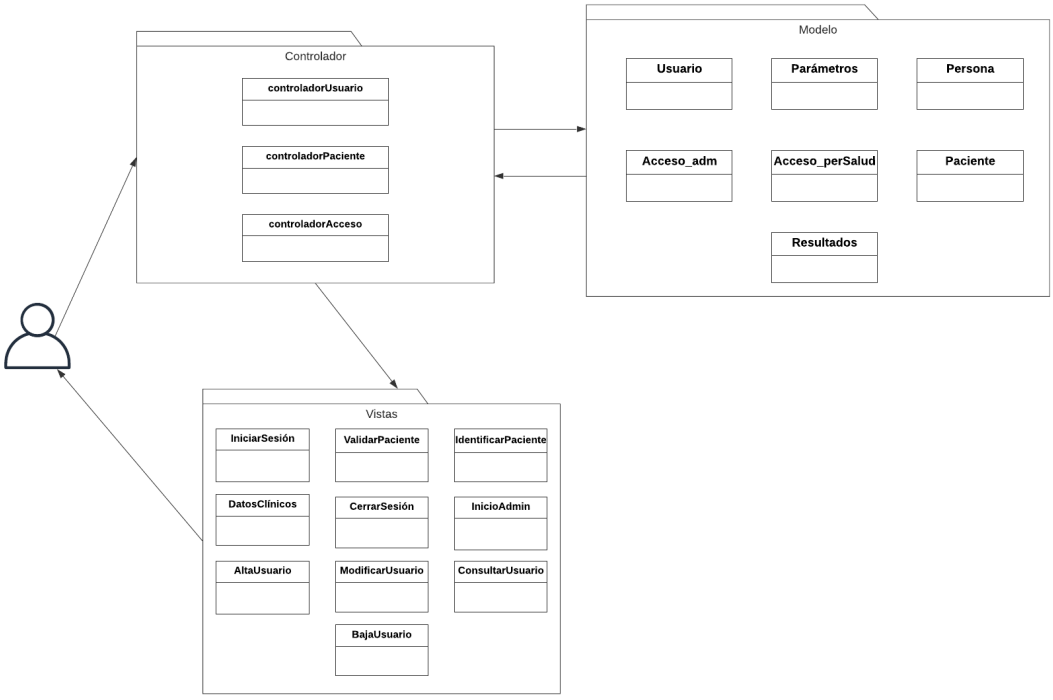


Figura 35: Diseño de la arquitectura con modelo vista controlador

En la figura 35 se observa cómo se distribuye la aplicación con el patrón MVC. El modelo está compuesto por las clases descritas en el diagrama de clases (figura 31) las cuales son: **Parámetros, Acceso_perSalud**, **Usuario**, **Acceso_adm**, **Persona**, **Paciente** y **Resultados**. También cuenta con las reglas de negocio o lógica de negocio del sistema, encargándose de interactuar con la base de datos para almacenar nueva información o extraer los datos guardados en ella y entregarlos al controlador. Es decir, dentro de la lógica de negocios se van a encontrar todos los métodos que van a extraer información o modificarla de la base de datos.

En paralelo, el módulo del controlador realiza los llamados al modelo para realizar las modificaciones en este. El controlador acciona cuando el usuario le realiza una solicitud, ejecuta acciones con o sobre el modelo y llama a la vista que se le va a mostrar al usuario. Dentro del controlador se encuentran: **controladorUsuario**, **controladorPaciente** y **controladorAcceso**[15]. El **controladorUsuario** se encarga de los cambios que reali-

[14]Teniendo en cuenta que un parseador es útil para analizar el texto de JSON y obtener las propiedades del mismo en filas y columnas. El campo deseado se puede obtener y ser guardado como atributo de la entidad deseada.

[15]Usualmente estos se suelen llamar: *UsuarioController*, *PacienteController* y *AccesoController* respectivamente pero se tomo la decisión de nombrarlos en español para un mayor entendimiento.

ce el administrador en los usuarios (alta, baja y modificación). A través del **controladorPaciente** se realiza la identificación y validación de la identidad del paciente y el acceso a los datos clínicos del mismo. El **controladorAcceso** es quien está asociado a las clases de acceso dentro del modelo. Finalmente, la vista es quien presenta la información recolectada por el controlador al usuario, en otras palabras, porporciona las distintas interfaces con las que interactúa el mismo. Las vistas con las que cuenta este proyecto son: **IniciarSesión**, **IdentificarPaciente**, **ValidarPaciente**, **DatosClínicos**, **CerrarSesión**, **InicioAdmin**, **AltaUsuario**, **BajaUsuario**, **ModificarUsuario** y **ConsultarUsuario**. El diseño de las vistas de la aplicación asociadas a las funcionalidades del personal de salud se llevará a cabo más adelante en el proyecto en la sección 12.

Se puede ver como la arquitectura física de la figura 34 y el MVC de la figura 35 se relacionan con el modelo que se refiere a las zonas de negocios, de servicios de datos, de integración y de terceros, mientras que la vista se refiere a la zona de canales, y el controlador es quien conecta estos dos módulos.

6.3. Integración de sistemas

A fin integrar los distintos sistemas, es de utilidad entender qué datos se manejan, cómo se estructuran y cómo es posible intercambiar su información en cuanto a los servicios externos a utilizar. Aquí se entrará en detalle con la "Zona de Servicios de Datos" y la "Zona de Integración" de la figura 34.

6.3.1. Bases de datos

En un primer lugar se detallan los datos con los que tratará tanto el sistema del ReNaPer así como también la HCE de CABA, entendiendo que los datos que provienen de un mismo contexto se almacenan en bases de datos de una manera organizada.

6.3.1.1 ReNaPer

Al buscar información de una persona en la base de datos del ReNaPer, se identifica a la misma con el DNI y luego se puede obtener información acerca del sexo, CUIL, domicilio, piso, ciudad, provincia, país, fecha de nacimiento, fecha de fallecimiento, emisión, vencimiento, número de trámite y ejemplar del DNI que la persona está utilizando, entre otros. También se almacena una foto de la misma que corresponde con la última tomada para realizar algún trámite permitiendo llevar un registro más actualizado de las personas. Particularmente, el servicio del SID almacena la información acerca del DNI, el sexo, el archivo de la imagen, el tipo de archivo y la dirección IP desde donde se está solicitando el servicio de validación de la identidad.

6.3.1.2 Historia clínica electrónica

La base de datos de la HCE para el almacenamiento la información clínica de un paciente sigue un modelo centralizado que está centrado en el mismo. Esto significa que los datos médicos relacionados con el paciente se recopilan de distintas fuentes (tales como del departamento de laboratorio, del departamento de odontología y servicios de turnos) pero se almacenan en un repositorio central de datos (CDR, por sus siglas en inglés), teniendo como columna vertebral a la lista de problemas del paciente. Esto quiere decir que los distintos sistemas que proveen información a la HCE son autónomos pero cooperan en conjunto con el CDR a fin de lograr un repositorio único de información para cada paciente. Para lograr esto, es necesario por un lado que los datos estén estandarizados siguiendo normas de terminología y, por el otro, que cada paciente cuente con un identificador único establecido por el índice maestro único de pacientes (MPI). En CABA, cada paciente de estado permanente

(aquellos con una historia clínica longitudinal) cuenta con un ID único para lograr identificar su historia clínica en la base de datos.

Además, puede haber componentes externos (aparte del propio del establecimiento sanitario) que contribuyan con la información del paciente. Sin embargo, este último aspecto aún no está contemplado para la HCE de CABA.

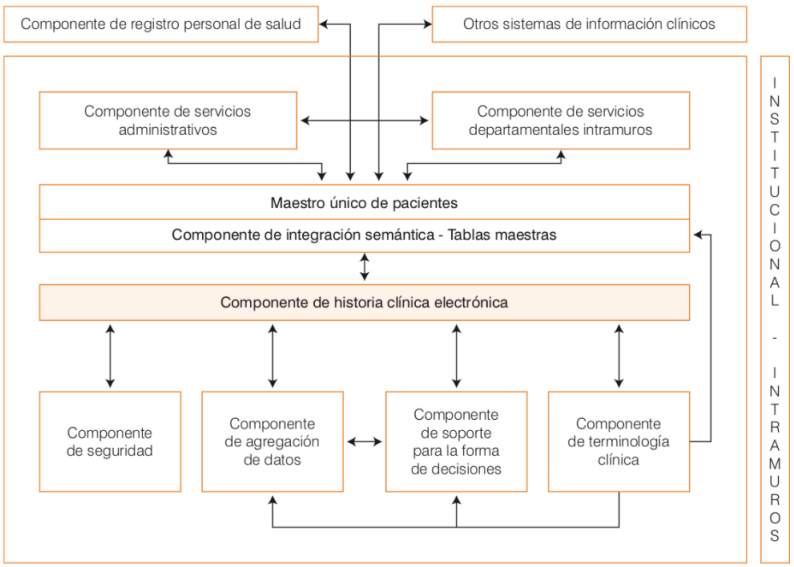


Figura 36: La HCE y su relación con los componentes de un sistema de información clínico [51]

6.3.2. Interoperabilidad

Para integrar los sistemas, se debe obtener la información relevante para este proyecto. Para ello, se estudia qué datos de los que ofrece cada servicio utilizar.

6.3.2.1 ReNaPer

El componente del ReNaPer es necesario para la identificación y validación de la persona. Es de interés almacenar en las bases de datos de la aplicación si la persona está empadronada (en el atributo "Empadronada" observado en la tabla "Identificación" del DER, figura 26) y si la validación es aceptada o no por el sistema (en el atributo "Empadronada" observado en la tabla "Validación" del DER, figura 26).

Teniendo en cuenta la API REST ofrecida por el SID, en un primer lugar se utiliza, a través del método GET para identificar a la persona y obtener su información de empadronamiento, la siguiente URL: `/personas/{dni}/{sexo}/ejemplares/ultimo`. Para esta hay dos tipos de respuestas: la 200 y la 404. En caso de que la respuesta sea del tipo 200, significa que se encontró información de empadronamiento mientras que si se devuelve una respuesta del tipo 404, es que no hay información de empadronamiento de la persona. En una segunda instancia (en caso de que haya información de empadronamiento de la persona) se utiliza, a través del método POST para validar la identidad de la persona, la URL: `/personas/{dni}/{sexo}/selfies` devolviéndose el campo booleano "identical". Analizando el diagrama de clases (figura 31), esto se realiza bajo el método identificarPersona() y validarIdentidad() respectivamente.

6.3.2.2 Historia clínica electrónica

Este componente es necesario para obtener información de los datos clínicos relevantes del paciente en cuestión. Es de interés almacenar los datos a los que accede el personal de salud (atributo "ID_concepto" y "Resultado" de la tabla Conceptos_accedidos del DER, observado en la figura 26).

Para describir cómo se debe pedir la información que se requiere almacenar, primero es importante comprender cómo el intercambio de datos y mensajes en forma estándar. Para intercambiar la información clínica, se utiliza FHIR (el estándar incorporado por HL7) ya que facilita la interoperabilidad semántica y sintáctica al utilizar componentes modulares llamados "recursos". Estos son la unidad más pequeña de información que representan conceptos del mundo sanitario y que además, cuentan con una identificación única a través de la cual los mismos puede ser registrados, localizados y recuperados. Hay una cantidad de recursos definidos por HL7 y particularmente, la HCE de CABA como ya se mencionó utiliza el *"International Patient Summary Implementation Guide"* propuesto por FHIR R3 para determinar qué conceptos se incorporan en su historia clínica. Sin embargo, hoy en día hay una nueva versión, FHIR R4, en la que se encuentra el módulo llamado *"Clinical Summary"* que contiene la información central de un paciente. Para determinar qué recursos se desean incorporar para ser presentados por *Medic*, se analiza este módulo detalladamente a fin de definir aquellos conceptos que son de relevancia para el proyecto. También, se analizan los parámetros de búsqueda que soporta FHIR según lo valores que se buscan mostrar. Finalmente, se estudia la URL necesaria que proporciona FHIR para obtener la información deseada de cada recurso basándose en el protocolo HTTP siguiendo el estilo REST: `VERB[base]/[type]/[id]?name=value&...{&_format=[mime-type]}`, donde:

- **VERB**: Refiere a las posibles interacciones con los recursos. Dado que lo que se busca en este caso es leer información de los recursos siguiendo cierto se utiliza el método GET.
- **base**: Refiere a la dirección URL para referenciar a los recursos tomando la forma de `http{s}://server{/path}`. En este caso sería la URL de la HCE de CABA.
- **mime-type**: Refiere al tipo de datos que se maneja. En este es JSON tomando la forma de application/fhir+json.
- **type**: Refiere al tipo de recurso que se está solicitando.
- **id**: Refiere al id lógico del recurso, donde cada servidor asigna al recurso un ID en particular siendo único en el espacio que se almacenen todos los otros recursos. No siempre se utiliza.

En la sección 7.2 se detalla cómo es la URL que se debe utilizar para obtener cada concepto en particular.

7. Lógica de Negocios

Una vez definidos los requerimientos y su arquitectura, se procede con la lógica de negocios describiendo que datos clínicos se obtendrán y cómo. Es sumamente importante definir los datos que mostrará la aplicación, dado que se debe proporcionar aquella información que contribuya al diagnóstico y tratamiento del paciente y optimizar el tiempo que esto lleva. Más aún, si se tiene en cuenta el escenario de uso de la aplicación en el que se encuentra un paciente inconsciente incapaz de comunicarse, los datos que devuelve la misma proporcionarán un medio de comunicación entre el personal de salud y el paciente. En paralelo, se proveen campos para describir la información mostrada proporcionándole al usuario una noción de la severidad, certeza y manifestación,

entre otras, teniendo en cuenta que la terminología de estos conceptos está normalizada y estandarizada. Se diferenciarán con colores aquellos datos que deban ser especialmente atendidos teniendo en cuenta su severidad. Estos conceptos en la HCE generalmente reciben el nombre de alertas.

A continuación se presenta un listado de los conceptos indispensables que deben mostrarse en la aplicación, según lo analizado anteriormente, las entrevistas con personal de salud y considerando también el documento de la consultora de Innova Salud de la "Propuesta de Definición y Contenido de Alarmas" [52].

Categoría	**Subcategoría**	**Tipo**
Condición de Salud	Estado de Interés	Enfermedades crónicas
		Enfermedades de Declaración Obligatoria
		Tratamientos
		Embarazo
		Órganos trasplantados
		Trombosis
		Disfunción de órganos
		Portador de dispositivos
		Tipo de sangre
	Anomalías Morfológicas	Intubación traqueal difícil
		Ausencia de órgano
		Sitio Inversus
	Estado Psicosocial	Trastornos de comportamiento
		Trastornos psicológicos
Reacciones Adversas	Alergias e Intolerancias a Medicamentos	Antibióticos
		Anti-inflamatorios
		Anti-infecciosos
		Anestético
		Analgésico
		Suero
		Vacuna
	Contrastes Radiológicos	Contrastes
	Alimentarias	Gluten
		Lactosa
		Fructosa
		Alergenos
	Contacto	Materiales usados en el entorno sanitario
	Reacciones transfusionales	Transfusión sanguínea

Categoría	Subcategoría	Tipo
Voluntades del Paciente	Valores del Paciente	Condición de donante
		Últimas voluntades
		Rechazo de tratamientos

Tabla 15: Descripción de las categorías, subcategorías y tipos de los conceptos deseados a presentar por la aplicación

Además, se considera proporcionar información personal del paciente tal como su nombre y apellido, dirección, estado civil, teléfono de contacto, idioma de preferencia, fecha de nacimiento y edad. También, incluye información de valores personales del paciente que podrían afectar el tratamiento que llevará a cabo el personal de salud.

Se estudia, en primer lugar, la totalidad de los recursos de FHIR para obtener aquellos que devuelven la información deseada y, en segundo lugar, los datos provistos por la HCE de CABA descrita en la sección 4.4. A su vez, es importante conocer los atributos provistos por cada recurso en caso de tener que filtrar los datos de acuerdo a estos.

7.1. Descripción de recursos

Se analizan los recursos de FHIR, detallando aquellos que son de relevancia para los conceptos deseados a presentar y describiendo los atributos principales para tener una noción de ellos. Es de utilidad comprender cómo se estandarizan los atributos y se establece su terminología. La información detallada que provee cada recurso junto con sus atributos que es de relevancia para el proyecto se puede encontrar en el anexo B del trabajo.

7.1.1. Paciente

El recurso *Patient* (tabla 27 del anexo B) cubre información demográfica del paciente y la información básica del mismo como la religión. Tiene extensiones que pueden estar incluidas o no en el recurso dependiendo de la jurisdicción. En lo que respecta a la HCE de CABA, se cuenta con datos similares del paciente que incluyen datos acerca de la identidad, contacto y de la obra social.

7.1.2. Intolerancias y alergias

El recurso *AllergyIntolerance* (tabla 28 del anexo B) lleva un registro de la evaluación clínica sobre una alergia o intolerancia, las cuales son un riesgo potencial para un individuo en el caso que se tenga una reacción adversa ante la exposición a la sustancia o clase de sustancia identificada. En el caso de la HCE de CABA, se cuenta con la categoría de alergias o reacciones adversas en la sección de problemas y antecedentes, en la cual se incluyen los datos del tipo de evento (alergia o reacción adversa), el agente causal (la sustancia) como también de la manifestación clínica (la reacción adversa), la fecha de la reacción y la severidad o la contraindicación en el uso de la sustancia en el caso de las reacciones adversas.

7.1.3. Listado de problemas y antecedentes

En esta sección se analizan los recursos *Condition* (tabla 29 del anexo B) y *Procedure* (tabla 30 del anexo B) teniendo en cuenta la HCE de CABA actual en la que hay un módulo que refiere a problemas y antecedentes

donde *"para el sistema el problema puede ser motivo de consulta, un diagnóstico, un síntoma, un signo, el antecedente de un procedimiento o un tipo de consulta habitual; por la cual el paciente acude al centro asistencial"*. Además, estos se clasifican según activo o resuelto.

7.1.3.1 Condición

Refiere a cualquier condición clínica, problema, diagnóstico u otro evento o situación que son de relevancia para el paciente.

7.1.3.2 Procedimiento

Refiere a un procedimiento que se realizó en el paciente considerando desde operaciones a terapias, teniendo en cuenta también información acerca del consentimiento del paciente para ciertos procedimientos.

7.1.4. Observaciones

El recurso *Observation* (tabla 31 del anexo B) refiere a afirmaciones y medidas realizadas sobre un paciente, dispositivo u otro. Las observaciones se utilizan para respaldar un diagnóstico como también para monitorear el progreso de un paciente. En estas se incluyen por ejemplo los signos vitales del mismo y la información de laboratorio la cual es considerada de importancia ya que a partir de esta se puede obtener el grupo sanguíneo de este. En el caso de la HCE de CABA se cuenta con las secciones de signos vitales y de evolución.

7.1.5. Dispositivos

El recurso *Device* (tabla 32 del anexo B) incluye una descripción detallada sobre los dispositivos que se utilizan en la prestación de los servicios de salud, considerando tanto a los dispositivos médicos como no médicos. Es importante aclarar que muchas veces para el dispositivo implantado el procedimiento realizado se encuentra en el recurso *Procedure*. Sin embargo *Device* presenta mayor cantidad de códigos respecto a los dispositivos mostrando el resultado final del recurso *Procedure*.

7.1.6. Consentimiento

El recurso *Consent* (tabla 33 del anexo B) refiere al registro de las elecciones del paciente, permitiendo o negando el realizar ciertas acciones sobre el mismo. Es de utilidad para saber cuáles son las voluntades del paciente aún cuando este no se encuentre con vida.

7.1.7. Medicación

El recurso *Medication* (tabla 34 del anexo B) se utiliza para identificar y definir un medicamento con el fin de recetar, dispensar y administrar el mismo, dando información acerca del tratamiento que está transitando un paciente.

7.2. Búsqueda de conceptos deseados

A fin de obtener los atributos con los recursos deseados (para el método obtenerResultados() mencionado en el diagrama de clases de la figura 31) se tiene en cuenta la operación *"Search"* de FHIR que se utiliza para buscar recursos filtrando según los parámetros de los atributos que se requieran. Al analizar esta interacción, se

considera el parámetro *token* a partir del cual se pueden obtener aquellos valores cuya descripción para cierto atributo coincida con un término estandarizado de SNOMED o LOINC o bien se clasifiquen de acuerdo a cierta categoría estandarizada por FHIR. Como por ejemplo se pueden observar las siguientes URLs de búsqueda:

- `GET[base]/Condition?subject:Patient=23&code=126851005`**:** Busca cualquier condición dentro del recurso *Condition* para el código SNOMED 126851005 según lo que se corresponda con el atributo *Code* para el paciente con el *Identifier* 23. En caso de no encontrarse este código bajo el atributo *Code*, no se mostrará un resultado.

- `GET[base]/Condition?subject:Patient=23&code:below=126851005`: El hecho de que se incorpore *"below"* permite buscar cualquier resultado del recurso *Condition* absorbido bajo el código SNOMED 126851005 según *Code*, para el paciente con el *Identifier* 23. Esto es útil para presentar más de una condición incluida bajo un mismo concepto.

- `GET[base]/AllergyIntolerance?patient=23&clinical-status=http://terminology.hl7.org/CodeSystem/allergyintolerance-clinical|active&clinical-status:missing=true`: Devuelve del recurso *AllergyIntolerance* todas las alergias e intolerancias con el estado activo, según el paquete de terminología necesaria para identificarlo para el paciente con el *Identifier* 23. Esto se puede realizar para todas las categorías de recursos y así filtrar según estos parámetros. Se incorpora la posibilidad de devolver alergias e intolerancias donde el campo *Clinical status* no esté completo con *missing*. Esto es de utilidad en caso de que la información presente en la HCE no esté estructurada.

- `GET[base]/Condition?subject:Patient=23&clinical-status=http://terminology.hl7.org/CodeSystem/condition-clinical|active&clinical-status:missing=true&code:below=126851005`: Devuelve la información de aquellos recursos con estado activo absorbido bajo el código SNOMED 126851005. Se incorpora además la posibilidad de devolver condiciones donde el campo *Clinical status* no esté completo, con *missing*, nuevamente beneficioso para casos que la información no esté estructurada.

A continuación se detalla para los conceptos mencionados sus parámetros de búsqueda SNOMED considerando la versión del 31.07.2020 o bien sus parámetros de búsqueda según la terminología de FHIR de la versión 4.0.1. Estos se clasifican de acuerdo a la tabla 7 propuesta anteriormente.

7.2.1. Información personal del paciente

Para la información personal demográfica y de contacto del paciente incluida en su historia clínica, se accede al recurso *Patient* de FHIR identificándolo a partir de su ID propio en la HCE de CABA.

7.2.2. Condición de salud

Tipo	Recurso	Búsqueda
Estado de Interés		
Enfermedades Crónicas	condition	clinicalStatus: active severity: severe, moderate code: 363346000 (cáncer) 73211009 (diabetes mellitus) 49601007 (enfermedad cardiovascular) 13645005 (obstrucción pulmonar)
Enfermedades de Declaración Obligatoria[16]	condition	clinicalStatus: active code: 840539006 (corona virus) 77506005 (chagas) 38362002 (dengue) 74942003 (equinococosis) 1214006 (estrongiloidosis) 80612004 (leishmaniasis) 14168008 (rabia) 7180009 (meningitis) 75702008 (brucelosis) 128241005 (hepatitis) 187192000 (toxoplasmosis)
Tratamientos	procedure	status: inProgress code: 265764009 (diálisis renal) 86553008 (inmunosuprimido)
	medication	status: active
Embarazo	condition	status: active code: 289908002 (embarazo)
Órganos Trasplantados	procedure	code: 24486003 (trasplante)
Trombosis	condition	clinicalStatus: active code: 439127006 (trombosis)
Disfunción de Órganos	condition	clinicalStatus: active code: 238147009 (disfunción de órganos)

[16] Es importante mencionar que se incluyen aquellas enfermedades de primera prioridad de acuerdo a las enfermedades infecto contagiosas de declaración obligatoria propuestas por el Plan Argentina Innovadora 2020 [53]. El listado completo de las enfermedades se puede encontrar en [54]

Tipo	Recurso	Búsqueda
Portador de Dispositivos[17]	device	device-type: 14106009 (marcapasos cardíaco) 72506001 (desfibrilador implantado) 386011001 (clip vascular) 102318003 (catéter implantable) 447033006 (estimulador vagal) 467744003 (válvula autorregulable externa) 706122008 (bomba de infusión)[18]
Tipo de Sangre	observation	category: laboratory code: 365636006 (grupo sanguíneo)
Anomalías Morfológicas		
Intubación Traqueal Difícil	condition	code: 718447001 (intubación traqueal difícil)
Ausencia de Órgano	condition	clinicalStatus: active code: 737303004 (falta innata de órgano)
Sitio Inversus	condition	code: 43876007 (situs inversus)
Estado Psicosocial		
Trastorno de Comportamiento	condition	clinicalStatus: active code: 266707007 (adicción a las drogas) 225444004 (riesgo de suicidio)
Trastornos Psicológicos	condition	clinicalStatus: active severity: severe, moderate code: 79890006 (anorexia) 78004001 (bulimia) 95923004 (víctima de maltrato psicológico)

Tabla 16: Conceptos deseados y sus parámetros de búsqueda correspondientes para la categoría *Condición de salud*

[17] Se incorporan aquellos dispositivos médicos implantados que podrían interferir en la tomografía computada

[18] Estos dispositivos son aquellos que podrían ser de interés a la hora de realizarle al paciente una resonancia magnética o una tomografía computada

7.2.3. Reacciones adversas

Tipo	Recurso	Búsqueda
Alergias e Intolerancias a Medicamentos		
Antibióticos[19]	allergy	clinicalStatus: active category: medication code: 636900 (penicilina) 372687004 (amoxicilina) 387170002 (ampicilina) 372809001 (tetraciclina) 387223008 (estreptomicina) 372836004 (piperacilina) 372577006 (ticarciclina) 372868007 (oxacilina) 387531004 (azitromicina) 387321007 (gentamicina)
Anti-inflamatorios	allergy	clinicalStatus: active category: medication code: 16403005 (agente anti - inflamatorio)
Anti-infecciosos	allergy	clinicalStatus: active category: medication code: 373249005 (anti-infeccioso)
Anestético	allergy	clinicalStatus: active category: medication code: 373266007 (anestético)
Analgésico	allergy	clinicalStatus: active category: medication code: 53009005 (analgésico)
Suero	allergy	clinicalStatus: active category: medication code: 705097000 (suero)
Vacuna	allergy	clinicalStatus: active category: medication code: 863903001(vacunas)
Alergias e Intolerancias a Contrastes Radiológicos		
Contrastes	allergy	clinicalStatus: active category: medication code: 293637006 (medio de contraste)
Alergias e Intolerancias Alimentarias		

[19]Se incluyen los 10 antibióticos más utilizados en el ámbito hospitalario según [55]

Tipo	Recurso	Búsqueda
Gluten	allergy	clinicalStatus: active category: food code: 89811004 (gluten)
Lactosa	allergy	clinicalStatus: active category: food code: 47703008 (lactosa)
Fructosa	allergy	clinicalStatus: active category: food code: 58202007 (fructosa)
Alérgenos	allergy	clinicalStatus: active category: food code: 709079002 (dieta sin alérgenos)
Alergias e Intolerancias de Contacto		
Materiales Usados en el Entorno Sanitario	allergy	clinicalStatus: active category: environment code: 300916003 (latex)
Reacciones transnacionales		
Transfusión Sanguínea	condition	clinicalStatus: active code: 82545002 (reacciones adversas a transfusión sanguínea)

Tabla 17: Conceptos deseados y sus parámetros de búsqueda correspondientes para la categoría *Alergias e Intolerancias*

7.2.4. Voluntades del paciente

Tipo	Recurso	Búsqueda
Valores del paciente		
Condición de Donante	patient (patient-cadavericDonor)	cadavericDonor: TRUE
Últimas Voluntades	consent	category: dnr (consentimiento firmado por paciente para solo aplicar RCP en caso de emergencias)
Rechazo de Tratamientos	procedure	statusReason: 105480006 (tratamiento rechazado por paciente)

Tabla 18: Conceptos deseados y sus parámetros de búsqueda correspondientes para la categoría *Valores del paciente*

Una vez obtenidos los recursos bajo el parámetro de búsqueda de interés, es útil analizar cuáles campos son necesarios para caracterizar a la alerta en su totalidad para ciertos recursos:

- **Patient:** Se devuelve toda la información demográfica del paciente que haya en cuanto a *address*, *mari-*

talStatus, *Contact* y *communications*.

- **Condition**: Son de interés los atributos *severity*, *code*, *bodySite*, *onset* y *evidence*.
- **Procedure**: Son de interés los atributos *statusReason*, *code*, *reasonCode*, *bodySite* y *complication*.
- **AllergyIntolerance**: Son de interés los atributos *criticality*, *code*, *onset*, *reaction.manifestation* y *reaction.severity*.
- **Observation**: Es de interés el atributo *code*.
- **Device**: Es de interés obtener el atributo *device type*.
- **Consent**: Es de interés obtener el atributo *category*.
- **Medication**: Es de interés obtener el atributo *code*.

Es interesante notar que, al no almacenar imágenes, el almacenamiento de los conceptos accedidos en las bases de datos no ocuparía demasiado espacio. Sin embargo este no es un tema que se focalizará en el proyecto teniendo en cuenta que se utilizarían los servidores proporcionados por la ciudad, que disponen de alto espacio de almacenamiento. Sería útil analizarlo para establecimientos sanitarios particulares.

8. Consideraciones del Marco Legal

Considerando que *Medic* trata con datos médicos es esencial considerar el marco legal de manera que la implementación de la aplicación sea avalada por la Ley. Los datos relativos a la salud, según el artículo 8 de la **Ley Nacional 25.326** [56] y la **Ley de CABA 1.845** [57] acerca de la protección de los datos personales (*habeas data*), forman parte de los datos personales sensibles de una persona. Se entiende que los datos sensibles, más allá de los datos personales, son aquellos que pueden ocasionar daños al paciente si se utilizan en un ámbito inadecuado. Estos datos entonces, pueden ser tratados cuando existan razones que lo ameriten y estén autorizadas por la Ley.

Para ello, hay que atender la **Ley de CABA 5.669** de la Historia Clínica de Buenos Aires, sancionada en 2016 [32]. Esta, establece la obligatoriedad de que todos los establecimientos sanitarios en CABA dispongan de la HCE a partir de una base de datos única. Particularmente, el desarrollo de *Medic* se basa en el artículo 31 de la ley citada anteriormente que informa acerca del uso de la HCE en estados de emergencia donde se menciona que en caso de que un paciente se encuentre en este estado, el personal de salud podrá disponer de su información médica respetando la confidencialidad de los datos. También, a la hora de diseñar la aplicación y garantizar la seguridad de estos datos, se deben considerar aspectos tales como confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos definidos en el artículo 2 de esta Ley. Teniendo en cuenta la **Ley Nacional 26.529** de Derechos del paciente en su Relación con los Profesionales e Instituciones de la Salud [58] y la **Ley 153 de CABA** que regula los derechos del paciente [11], se puede ver que este es titular de su historia clínica y por lo tanto se le deben reconocer derechos relacionados con su voluntad y confidencialidad garantizando su intimidad. Además, puntualmente el artículo 13 de esta Ley menciona a la HCE e indica que debe adoptarse el uso de accesos restringidos con claves y otras técnicas para asegurar su integridad. Es por ello que es muy importante establecer lineamientos para el ingreso y la autorización en el uso de la aplicación tal como se estudia en la sección 9.

En paralelo, el amparo de los datos médicos del paciente en emergencia está también determinado por el secreto profesional, regulado por la **Ley nacional 17.132** del ejercicio de la medicina, odontología y actividades de colaboración [59]. Atendiendo el código de ética de la confederación médica de la República Argentina, el secreto médico es el deber profesional que tiene toda persona que ejerce la medicina, de mantener en reserva todo aquello que llega a su conocimiento con motivo y en ocasión de su actuación profesional y no revelarlo salvo que medie una justa causa. Esto incluye también la prohibición del uso de datos con fines de propaganda, publicidad, lucro o beneficio personal. El Código Penal establece, dentro de los "Delitos contra la Libertad" que, quien transgreda el Secreto Médico sin justa causa, será penado por la ley. Esta medida, se extiende al inadecuado uso de *Medic* por parte de los profesionales de la salud. También, el inadecuado manejo de datos personales y por tanto datos médicos, estará sancionado por la Dirección Nacional de Protección de Datos Personales [60]. Finalmente, en lo que respecta a la interoperabilidad, hay que considerar su regulación según el artículo 27 de la Ley 5.669 [32]. Para ello se analizaron previamente en la sección los diferentes estándares para los datos contenidos en las HCE .

9. Consideraciones de Seguridad

En línea con el estudio del marco legal, es importante estudiar qué aspectos considerar para proteger los tres pilares básicos en la protección de datos respecto a la confidencialidad, integridad y disponibilidad al implementar la aplicación. La seguridad en lo que respecta a datos médicos es un conjunto de medidas (administrativas, organizativas, físicas, técnicas, legales y educativas) dirigidas a protegerlos frente al acceso, uso, divulgación, alteración, modificación o destrucción no autorizadas, con el fin de proporcionar estos tres pilares [61]. Entrando en detalle, según lo descrito en la Ley 5.669 de Historia Clínica Electrónica se describen estos términos [32]. La **confidencialidad** refiere a que *"los datos contenidos en la historia clínica electrónica deben ser tratados con la más absoluta reserva. La información contenida en la misma no está disponible y no es revelada a individuos, entidades o procesos sin autorización del paciente, su representante legal, derechohabientes o disposición en contrario emanada de autoridad judicial competente"* [32]. Este concepto también apela a la ética del personal sanitario. Se debe considerar que se utilizan datos biométricos del paciente en estados de inconsciencia y emergencia para la validación de su identidad, por lo que es importante preservar y respetar la integridad del mismo como persona. La **integridad** es una *"cualidad que indica que la información contenida en el sistema informático para la prestación de servicios digitales permanece completa e inalterada y, en su caso, que solo ha sido modificada por la persona autorizada al efecto"* [32]. De la misma forma, si se altera información, a pesar de ser personal autorizado, podrían tener lugar errores humanos y así repercutir en nuevos errores médicos. Sin perder generalidad, se tiene en cuenta la definición de accesibilidad según: la *"posibilidad de ingresar a la información contenida en las historias clínicas electrónicas"* donde el acceso *"debe estar limitado tanto por el derecho fundamental a la privacidad del paciente como por los mecanismos de seguridad necesarios, entre los que se encuentra la autenticación"*. Además, *"existen por lo menos tres niveles de acceso: el de consulta, el de consulta y actualización y por último el de consulta, actualización y modificación de la información, de conformidad con lo establecido en la presente Ley"* [32]. Al manejarse con datos médicos, es importante lograr un equilibrio entre la confidencialidad y accesibilidad de los datos. Se establece entonces que a fin de preservar la integridad de los mismos, la información obtenida de la historia clínica será únicamente consultada por el personal de salud y esto se hará siguiendo las especificaciones de la ley mencionada anteriormente. Finalmente, la **disponibilidad** *"consiste en garantizar que se proporcione información a los usuarios autorizados en el mo-*

mento en que se requiere" [61]. Es esencial en un entorno de emergencias como al que se apunta que se acceda a los datos clínicos en el instante que se los necesita.

Para garantizar estos tres pilares entonces, hay que primero analizar las posibles amenazas sobre la protección de datos médicos en un entorno sanitario para proveer de soluciones para evitarlas [61]:

- Divulgación accidental de la información del paciente a terceros.
- Personal de salud usuario de la aplicación la utiliza por curiosidad y no en una situación de emergencia validando la identidad de un paciente y accediendo a sus datos médicos.
- Violación de la privacidad de los datos por un trabajador intercambiando información de algún paciente con fines de lucro o por un motivo que exceda los fines de la aplicación.
- Violación de la privacidad de los datos por un externo no autorizado que entre a la instalación física y acceda al sistema.
- Acceso no autorizado en la red del sistema, ya sea un *hacker* o cualquier externo no autorizado que acceda a la aplicación desde el exterior y por tanto a información de algún paciente o bien que ataque a la disponibilidad de la aplicación evitando que se utilice la aplicación como una herramienta.

Cualquiera de estas amenazas derivarían en impactos sobre el establecimiento sanitario:

- **Errores de diagnóstico:** Una falta de integridad en los datos médicos podría llevar a un diagnóstico erróneo por parte del personal de salud.
- **Consecuencias en la integridad del paciente:** En caso de violación de los datos médicos, se violaría la intimidad y privacidad del paciente afectado.
- **Daños en la imagen del establecimiento sanitario:** Generación de impacto negativo y pérdida de confianza, no solo de pacientes, sino también de otros establecimientos sanitarios en el uso de la aplicación.
- **Consecuencias legales:** Un mal uso de la aplicación, podría conllevar sanciones económicas o administrativas en el establecimiento sanitario en cuestión por parte del paciente afectado.

9.1. Plan de tratamiento de los riesgos

Basándose principalmente en la **ISO 27001** (norma de la Organización Internacional de Estandarización que describe cómo gestionar la seguridad de la información de una empresa) y la **ISO 27999** (norma de la Organización Internacional de Estandarización que determina un conjunto de controles específicos para la gestión de seguridad de la información aplicada a la industria sanitaria) se establece a continuación un plan de tratamiento de los riesgos previamente mencionados. También se busca cumplir con el protocolo de autenticación, autorización y contabilización o auditoría (AAA, por sus siglas en inglés *authentication, authorization, accounting*). Es decir, permitir solamente a aquellos usuarios autorizados a acceder a funciones específicas dentro de la aplicación monitoreando sus operaciones y poder almacenar los datos consultados en una base de datos para poder ser presentados en caso de una auditoría [62].

De la misma manera, es importante considerar la Ley de Portabilidad y Responsabilidad de los Seguros de Salud (HIPAA, por sus siglas en inglés *Health Insurance Portability and Accountability Act*) y la Ley de Tecnología de la Información de la Salud para la Salud Económica y Clínica (HITECH, por sus siglas en inglés

Health Information Technology for Economic and Clinical Health) [63][64]. La primera introduce acerca garantías y salvaguardas para proteger la información contenida en la HCE y la segunda, especifica el protocolo a seguir en caso de reportarse una filtración de los datos. El estudio de estas dos leyes permite proteger la integridad y la confidencialidad para los datos médicos en *Medic*.

Considerando tanto a las normas ISO y principalmente a HIPAA, se contemplan las siguientes tres áreas para la aplicación: seguridad administrativa, seguridad física y seguridad técnica [65].

9.1.1. Seguridad administrativa

Refiere a las políticas, prácticas y procedimientos en el establecimiento para evitar vulnerabilidades y continuamente mejorar la seguridad. Controla la conducta de todo personal que acceda y vea la información médica.

9.1.1.1 Establecimiento de un departamento de monitoreo de la aplicación

- Dentro del departamento de informática encargado del monitoreo de la aplicación, es importante que un equipo asuma la responsabilidad de la seguridad de la información estando al tanto del comportamiento de los usuarios y de las medidas a tomar para corregir un comportamiento inusual.

9.1.1.2 Formación del personal sanitario

- El personal de salud debe estar capacitado en cuanto a los estándares atendiendo una conducta profesional, y conociendo las posibles consecuencias sobre una conducta inapropiada. De esta manera se logran prevenir amenazas que podrían haber sido evitadas conociendo las buenas prácticas de seguridad en la información.
- El usuario debe asumir la responsabilidad de la identificación y validación de un paciente acorde al resultado obtenido para evitar errores de diagnóstico por una mala identificación.

9.1.1.3 Uso del *smartphone*

- La aplicación será instalada en *smartphones* autorizados por el departamento de informática encargado de gestionar el uso de la aplicación en el establecimiento sanitario.
- La validación de la identidad con reconocimiento facial se utilizará bajo decisión del personal de salud y solamente sobre el paciente en tratamiento.
- Si se produjese una pérdida accidental del *smartphone*, se deberá reportar inmediatamente al administrador del establecimiento sanitario y se borrarán todos los datos del *smartphone* desde la administración del establecimiento sanitario asegurando que no se pueda recuperar la información o se pueda habilitar el mismo en forma remota.

9.1.1.4 Incidencias de seguridad

- Se bloqueará la cuenta del usuario en caso de presentarse cualquiera de las amenazas previamente descritas y se tratará de buscar la razón del incidente. También se bloqueará la cuenta en caso de que un usuario de la aplicación no restaure su contraseña correctamente en forma online.
- El usuario de la aplicación debe conocer el protocolo de seguridad establecido frente a cualquiera de las amenazas previamente descritas.

- El usuario de la aplicación debe informar al administrador de la aplicación acerca de cualquier anomalía en la aplicación.

9.1.2. Seguridad técnica

Refiere a técnicas para prevenir o limitar acceso a un recurso electrónico, restringiendo y monitoreando el acceso a la información.

9.1.2.1 Acceso a la aplicación

- Pueden ser usuarios de la aplicación solamente aquellos profesionales de salud autorizados y registrados dentro del establecimiento sanitario.
- La utilización de la aplicación es solamente para ser utilizadas en casos de emergencias en el que el paciente no pueda expresar sus voluntades anticipadas ni esté acompañado.
- La autorización del personal que pueda utilizar la aplicación así también como su registro se hará desde el área de informática encargada de gestionar el uso de la aplicación en el establecimiento sanitario. El acceso al teléfono deberá contar con una clave privada, y podría además estar encriptado de manera que no se pueda conectar a ninguna computadora para extraer datos.
- En caso de detectarse un evento de inseguridad en el acceso de la cuenta, se bloqueará la misma.
- Las conexiones se harán siempre sobre la intranet del establecimiento sanitario en cuestión. No se podrá acceder de manera off-line a la aplicación.
- Luego de 10 minutos de inactividad en la aplicación la misma se cerrará.

9.1.2.2 Fortaleza de usuario y contraseña

- Al registrarse en la aplicación el administrador creará un nombre de usuario único para cada usuario final a partir de combinaciones con su nombre, apellido y número de matrícula.
- Al registrarse en la aplicación, el personal de salud debe elegir una contraseña compuesta mínimamente por 8 dígitos que contenga mayúsculas, minúsculas, algún número y algún carácter especial. No se deben elegir contraseñas relacionadas con información personal del personal de salud o utilizadas en otras cuentas.
- Al momento de iniciar sesión primero se debe ingresar el nombre de usuario y, una vez validado este, en una segunda instancia se permite ingresar la clave. Esta doble verificación es una barrera más ante ataques de fuerza bruta, disminuyendo la capacidad del ataque de los *hackers*.
- La contraseña se debe modificar cada 90 días, para lo cual el administrador de la aplicación debe restablecer la clave del usuario en cuestión.
- Se establecerá una pregunta de seguridad para que el usuario restaure su contraseña *online*.

9.1.2.3 Consideraciones del *smartphone*

- No se debe instalar software no relacionado con las funciones del personal de salud evitando la entrada de una posible amenaza.
- Se debe verificar que el *smartphone* esté libre de virus periódicamente.

9.1.2.4 Tablas de registro de acceso

- La trazabilidad de uso está garantizada, quedando registradas las acciones que se realicen en la aplicación (desde los datos accedidos así como también los ingresos realizados). En caso de auditorías y eventos de inseguridad se pueden identificar los accesos a la aplicación y los datos médicos accedidos.
- Las tablas son almacenadas, pero no accesibles ni pueden ser modificadas para el usuario.
- El monitoreo de los ingresos de la aplicación está garantizada por parte de los administradores de la aplicación.

9.1.2.5 Consideraciones en la arquitectura del software

- Usar el modelo vista controlador permite que haya una parte pública que sirva como interfaz gráfica de la aplicación (el componente de la vista) [66] y otra parte privada, responsable de manejar la lógica de negocios (el modelo y el controlador).
- Utilización del servidor de CABA para el almacenamiento de las bases de datos. El servidor que se utiliza para los establecimientos sanitarios se utiliza también para almacenar la información de toda la gestión del gobierno de CABA, el mismo cuenta con un alto nivel de seguridad y también presenta una alta redundancia de los *data center* (ubicados en distintos puntos geográficos)[20].
- Utilización de *Hashing* para encriptar claves.
- Utilización de la intranet privada del establecimiento sanitario junto con el servidor montado en esta red, que se corresponde con el que se utilizan en los establecimientos sanitarios de CABA. Esto implica:
  - Utilización de un *firewall*[21].
  - Utilización de VPN[22].
  - Utilización de un anti-virus.
  - Encriptación y desencriptación de los mensajes para la comunicación segura entre las capas de la aplicación descritas en la sección previa a través de la red, utilizando un protocolo encriptado tal como el protocolo de Seguridad de la Capa de Transporte (TLS, por sus siglas en inglés de *Transport Layer Security* [67]) y codificación cifrada.

Estas consideraciones están a cargo de la Dirección General de Seguridad Informática de CABA.

[20] Esto fue comentado por Leandro Alassia

[21] Sistema de seguridad que protege a los servidores, equipos individuales o equipos conectados a la red asegurándose que todo acceso entrante provenga de una fuente legítima. De esta manera se protege la red y toda la información almacenada en ella [44].

[22] *Virtual Private Network*, red privada construida sobre una red de internet pública [7]

9.1.3. Seguridad física

Refiere a técnicas para prevenir o limitar el control físico a los recursos informáticos que se utilizarán en el establecimiento y son necesarios para obtener la información médica de interés.

9.1.3.1 Consideraciones en el establecimiento

- Almacenar los *smartphones* en el establecimiento sanitario en un lugar seguro. Sería también de gran utilidad considerar por ejemplo el monitoreo con cámaras para detectar con mayor facilidad robos o hurtos del *smartphone*.

9.1.3.2 Consideraciones en el dispositivo

- Se puede utilizar un protector de pantallas que evite que los datos sean vistos por personas no autorizadas.

10. Gestión del Cambio

Dado que se busca que el personal de salud adopte un nuevo sistema de información en la capa clínica, es importante considerar desde condicionantes tecnológicos y la infraestructura de los establecimientos sanitarios hasta los condicionantes del entorno y del contexto, tales como el cambio en el flujo de trabajo del personal de salud o la incorporación de nuevos procesos. El objetivo es entonces que la implementación sea exitosa tanto desde el lado administrativo del establecimiento sanitario así como también desde el lado del personal de salud y del paciente [68].

Se tienen en cuenta los 8 aspectos analizados en la literatura de Sitting et al. para implementar la aplicación en los establecimientos sanitarios [30]. Se puede ver en la siguiente figura como interactúan estos:

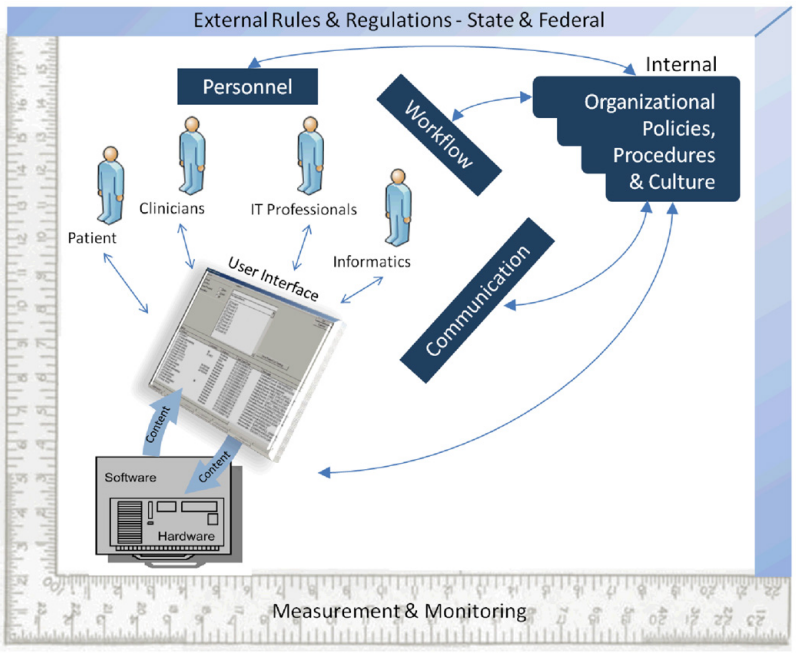


Figura 37: Ilustración de las relaciones entre las 8 dimensiones del modelo socio técnico para la implementación de tecnologías de información en el ambiente sanitario [30]

10.1. Hardware, software e infraestructura

Refiere a todo aquello que se necesita para interactuar con el sistema. En el presente proyecto, el hardware necesario es un *smartphone* y el software, la aplicación *Medic* que debe garantizar el uso de las APIs de los distintos servicios. El *smartphone* debe contar con cámara de fotos de al menos 2Mpx, conexión a internet con una conectividad como mínimo GSM y una duración promedio de batería de 10 horas teniendo en cuenta los turnos de los médicos y enfermeros dentro del establecimiento sanitario. Los teléfonos deberán ser propiedad del establecimiento sanitario para evitar que se usen con otro fin que no sea médico. Se considera que un mismo celular puede ser utilizado por distintos usuarios del personal de salud, teniendo en cuenta que la disponibilidad de celulares por turno idealmente debería estar completa. Dado que se trabaja con dos sistemas que colaboran con el funcionamiento del software, es necesario evaluar la red de comunicaciones para lograr el alcance de red deseado. Esto implica no solo a nivel de la conectividad a internet, evaluando que la intranet del establecimiento sanitario pueda soportar el uso de la aplicación, sino también que los servidores de CABA almacenen los datos generados por la aplicación.

Por otra parte, hay que garantizar que haya un departamento de informática médica encargado de la implementación en el establecimiento sanitario en cuestión. En este debe haber computadoras para que los expertos administren la aplicación, y también hay que considerar distintos planes de contingencia si fuese necesario para la incorporación de la aplicación.

Al hablar con Leandro Alassia, mencionó que existen referentes informáticos por establecimiento sanitario que dependen del gobierno de CABA, con un departamento de informática centralizado. En el establecimiento sanitario además, hay técnicos en caso de que haya inconvenientes, que serían de ayuda para el caso que algún usuario tenga un problema técnico con el uso del *smartphone* o haya problemas con la conectividad. Dentro de este departamento, se deben asignar trabajadores para que cumplan con los distintos roles propuestos a lo largo del trabajo y que se les otorguen las autorizaciones correspondientes.

10.2. Contenido clínico

Refiere a los datos que constituyen las aplicaciones clínicas. Para la integración de la aplicación en los establecimientos sanitarios de CABA, es necesario que dispongan de la HCE así como también que cuente con el requisito de interoperabilidad contando con información centralizada por paciente con datos codificados y estructurados según los estándares de interoperabilidad. Podría suponer un gasto extra que un establecimiento sanitario adopte la interoperabilidad en su HCE utilizando FHIR. En el presente, la HCE de CABA utiliza el estándar CDA y el departamento de informática se basa en la generación de un resumen clínico interoperable mencionado anteriormente en la sección 4.4. Se debería poder incluir, además de los conceptos presentados por este, toda la información mencionada propuesta en la tabla 7. Considerando que el presente proyecto se basa en la utilización de FHIR, el desafío estaría entonces en lograr una mayor digitalización en los establecimientos sanitarios de CABA logrando completamente la interoperabilidad externa con otros sistemas de información, y la estructuración de la información de acuerdo a los requerimientos de FHIR. En paralelo, considerando que el personal de salud maneja diariamente grandes volúmenes de información, es esencial que efectivamente la información mostrada sea la correcta. Sería ideal poder evaluar por un tiempo la aplicación y recibir *feedback* acerca de si la información provista es de utilidad para el personal y poder adaptarla.

10.3. Interfaz humano-computadora

Este concepto está relacionado con la interfaz de usuario, en otras palabras, la interacción por parte del personal de salud con la aplicación. Es fundamental evaluar la experiencia de usuario (UX por sus siglas en inglés *User eXperience*), iterando hasta encontrar aquél diseño que logre la mayor aceptación y experiencia por parte del personal de salud al usar la aplicación. Para esto es importante un diseño centrado en el usuario, analizando los objetivos de la aplicación y, a la vez, evaluando y diseñando el desempeño del usuario con ella. También hay que considerar la usabilidad: requisito no funcional de la aplicación que *"refiere sencillamente a la facilidad de uso"* de la misma mientras el usuario la utiliza en una situación de emergencias [69].

Teniendo en cuenta que lo que se busca lograr con la interfaz de la aplicación es mostrar datos clínicos relevantes de una manera que sean fáciles de encontrar (*findability*) para optimizar el tratamiento de un paciente, en primer lugar es importante priorizar la distribución de la información, es decir cómo organizar, jerarquizar y rotular el contenido de la interfaz [70]. En segundo lugar, el diseño de la interacción definirá la estructura y el comportamiento del sistema. Se nota que, si se logra que la aplicación cumpla con este atributo, se disminuirá la posible resistencia al uso de la aplicación y en consecuencia una vez implementada, se reducirán los errores por mal uso de la misma. Más aún, aumentaría la productividad del personal de salud que interactúe con la aplicación al reducir el tiempo para completar sus tareas. Al consultar con la Bioingeniera Úrsula Bonomi del Hospital Argerich, mencionó que *"si una herramienta digital es fácil de usar, les va a encantar y la van a querer ya"*. Concluyendo y teniendo en cuenta también el modelo de *Health ITUEM* (*IT Usability Evaluation Model*, propuesto por Brown et al. [71] los requerimientos asociados a la usabilidad son:

- Conceptos subjetivos.
- Facilidad de aprendizaje haciendo una interfaz intuitiva.
- Protección contra errores de usuario reduciendo la mayor cantidad de "*clicks*" posible.
- Provisión de la información necesaria.
- Confiabilidad del usuario en realizar tareas utilizando la aplicación.
- Velocidad de rendimiento.
- Memorabilidad en el uso de la aplicación.

Este tema se trata más en profundidad en el proyecto en la sección 12, donde se despliega el diseño propuesto para la aplicación cubriendo los aspectos mencionados anteriormente.

10.4. Participantes

Implica a todos los participantes de la aplicación cuyo rol será necesario para organizar la gestión del cambio. Cada uno de ellos debe estar capacitado para el uso de la misma desde el rol que desempeñe. Esto va desde la capacitación en la implementación así como la convicción de que el cambio traerá beneficios y que cada participante comprenda su rol para el correcto funcionamiento de la aplicación.

- **Organización del establecimiento sanitario:** Específicamente el jefe del establecimiento sanitario, debe identificar los criterios de éxito así como las amenazas que le impidan alcanzar una implementación de la aplicación victoriosa y poder hacer frente a ellas. Hay que considerar también a los gremios de

los enfermeros y de los médicos presentes en los establecimientos sanitarios. En el contexto sanitario de CABA, estos juegan un rol importante cuando se debe aceptar un cambio en la rutina de trabajo. Para lograr un consenso con ellos, es fundamental saber comunicar en qué consiste la aplicación, mencionando sus beneficios a la hora de trabajar.

- **Departamento de informática:** Un sólido departamento de informática médica encargado del establecimiento sanitario en el que se ponga en marcha la aplicación es fundamental; el éxito de la implementación depende en un 80 % de la gestión del cambio y de la organización [72]. Dentro de este departamento se encuentran los distintos administradores de la aplicación.
- **Usuario final:** Se debe formar al personal para el uso de la aplicación para que estos entiendan su uso y asuman el desafío de implementar el cambio.
- **Pacientes:** Deben aceptar que sus datos clínicos estén disponibles para la utilización de la aplicación.

10.5. Comunicación y proceso

Refiere al trabajo en equipo, la comunicación entre participantes y los procesos asistenciales. Esto involucra la comunicación en cuatro instancias fundamentales del proceso:

- **Planificación y comunicación de objetivos**: Se debe dejar en claro que el objetivo de la aplicación es reducir errores en la identificación del paciente y poder acceder a aquellos datos clínicos de relevancia en la HCE.
- **Organizar el proceso**: Una buena forma es implementar la aplicación de forma gradual, alternando la nueva modalidad de acceso a los datos clínicos en emergencias con la HCE que se utiliza en conjunto con los protocolos y estándares de emergentología, dejando en claro cómo se llevará a cabo el mismo. Definir con precisión todos los casos de uso de la aplicación y darlos a conocer al usuario es fundamental para evitar ambigüedades evaluando también el caso de imposibilidad de uso de aplicación.
- **Controlar la interacción de los usuarios y estar atentos a posibles correcciones**: Los administradores de la aplicación deben monitorear a los usuarios a fin de detectar posibles malas prácticas en el uso de la aplicación, considerando los objetivos iniciales, para introducir medidas correctas a tiempo. También es importante capacitar a estos cada vez que haya una nueva medida a fin de evitar ambigüedades.
- **Evaluar la información reclutada durante el proceso:** Conocer los resultados de la implementación en distintas instancias del proceso permite establecer nuevos objetivos y progresar con la implementación de la aplicación. También se puede sacar conclusión de cuáles son las principales limitaciones de la aplicación, desde correcciones a nivel del software hasta en el diseño de *Medic* a fin de corregirlas.

10.6. Características organizacionales y políticas internas

Refiere a políticas, procedimientos y cultura de la organización. El uso de la aplicación debe estar alineado con los objetivos estratégicos de la organización. Esta se podría utilizar por el jefe del departamento de enfermería de turno como el médico que recibe al paciente cuando este ingresa al establecimiento sanitario en estado crítico. Sin embargo, es importante mencionar que los roles del enfermero y el médico dependen de cada establecimiento. La puesta en marcha entonces requiere no solo rever la misión y visión del establecimiento sanitario sino

también evaluar las leyes y regulaciones de la ciudad para preparar al establecimiento sanitario para el uso de la aplicación y posibles cambios en procesos. Particularmente, hoy en día cuando un paciente ingresa al establecimiento sanitario en situación de emergencias, se lo registra en un acta dejando constancia del paciente que se atendió, un hecho poco trazable para el paciente. El poder incorporar la aplicación, supondría un cambio en el proceso, teniendo en cuenta que la misma incluiría una base de datos con información de los pacientes que ingresaron a emergencias permitiendo que esta trazabilidad sea más fácil y precisa. En paralelo, en cuanto a la cultura, es importante que los actores tomen conciencia de la importancia del cambio; el para qué y cómo se utilizan los datos disponibles.

Para garantizar que las consideraciones mencionadas sean apropiadas, se consultó nuevamente con Úrsula Bonomi afirmando que no habría que considerar ninguna otra política ya que la aplicación sería usada exclusivamente dentro de establecimiento sanitario, bajo su red, y los datos estarían bajo la misma protección que la HCE de CABA.

10.7. Regulaciones

Considera las normativas y reglamentos externos. Principalmente hay que considerar la medicina legal y la protección de la intimidad del paciente en lo que respecta a la confidencialidad, integridad y disponibilidad de sus datos médicos, mencionados previamente en el proyecto en la sección 8.

10.8. Medición y monitoreo

La disponibilidad, el uso, la efectividad asistencial y su impacto evaluando las consecuencias del uso de la aplicación son fundamentales para implementar un nuevo sistema de información hospitalaria. Para ello se mencionan algunas áreas en donde se pueden establecer indicadores a tener en cuenta para evaluar el impacto de la aplicación en el establecimiento sanitario:

- **Usabilidad**: La realización constante de encuestas permitirá evaluar puntos que se esperan cumplir tal como la simplicidad en acceder a la aplicación, si la información proporcionada les es útil y, si una vez utilizada la aplicación, fue de ayuda. También, indicadores en las capas abstractas del software como evaluar el tiempo que el usuario pasa en la aplicación, principalmente en lo que respecta a la identificación y validación del paciente permitirán evaluar la amigabilidad del formato.
- **Acceso a los datos médicos del paciente validando su identidad con reconocimiento facial:** Se establece como conversión (es decir, la acción que interesa que realice el usuario) la utilización del reconocimiento facial. Monitorear los accesos directos a la HCE del paciente en el área de ingreso del paciente en emergencias en comparación con el acceso a la aplicación, permitirá evaluar cuán útil, ventajosa y aceptado es la aplicación.
- **Seguridad**: Es importante que se tenga control sobre los ingresos a la aplicación para poder monitorear que se esté usando únicamente con fines médicos, registrándolos en la base de datos. Se deben registrar también los incidentes reportados ya sea en cuestiones de accesibilidad o de seguridad. Finalmente, el acaparamiento de las reglas por parte de los usuarios, será un importante indicador para analizar la rigurosidad en el uso de la aplicación.

11. Evaluación de Implementación de la Aplicación

En esta instancia se busca responder a la pregunta *"¿Qué tan preparado está el contexto sanitario para la implementación de la aplicación?"*. Para ello se realizan encuestas tanto para el personal de salud así como también para los pacientes, entendiendo que depende principalmente de ellos que la aplicación sea aceptada o no, teniendo presente el hecho que usar una aplicación con reconocimiento facial para el acceso a datos médicos podría ser algo controversial. De igual manera, hay que considerar el sistema sanitario en el que se implementa la aplicación. Se destacan los siguientes conceptos para evaluar la aceptabilidad de aplicaciones de tipo *E-health* de acuerdo a la literatura leída:

- Privacidad de los datos médicos.
- Confidencialidad de los datos médicos.
- Disponibilidad de los datos médicos.
- Seguridad (administrativa, técnica y física).
- Moral y ética.
- Productividad y eficiencia del personal de la salud.
- Desconocimiento en la utilización de reconocimientos facial.
- Implementación de nuevas tecnologías para ser usadas por personal de salud.
- Criterios de usabilidad (basándose en los establecidos en la sección 10).

Las encuestas permiten entender mejor el contexto en el que se busca implementar la aplicación caracterizando tanto a usuarios como a pacientes y determinando de igual forma qué aspectos de los propuestos en la gestión del cambio de la sección 10 deben ser considerados en mayor detalle. Antes de esto, es importante caracterizar a la población muestral entendiendo que la tecnología impacta de distintas maneras de acuerdo a la edad, el lugar de residencia y el acostumbramiento en la utilización de herramientas tecnológicas. Teniendo en cuenta el contexto en el que se realiza el presente proyecto, se aprovecha además este espacio para evaluar el impacto de la aplicación en un sistema sanitario afectado por la pandemia.

Se realizan entonces dos encuestas distintas, una con preguntas para ser respondidas por el personal de salud, y otra con preguntas para ser respondidas por los pacientes para obtener *feedback* de los principales involucrados en la aplicación. Se usa la plataforma *"Google Forms"* por ser una herramienta sencilla e intuitiva de utilizar que permite que las encuestas realizadas sean luego difundidas.

Se difunden en una primera instancia en un grupo de control reducido para comprobar que las encuestas sean entendibles y determinar también si las preguntas desarrolladas para cubrir cada tema de los mencionados tienen el enfoque correcto. Tanto para pacientes como para personal de salud, se elige una persona de cada rango de edad según lo establecido en la encuesta y, particularmente para el personal de salud, se tiene en cuenta también a los estudiantes. Las apreciaciones de esto grupo reducido permiten optimizar entonces las preguntas y lograr definirlas.

En una segunda instancia, las encuestas son difundidas por 14 días por varios canales, principalmente redes sociales. Con la ayuda del Dr. Fabricio Ballarini, director de la carrera de Bioingeniería en el ITBA y con alcance

a la población científica a través de este canal, se logra aumentar la cantidad de respuestas para la encuesta del personal de salud.

En el anexo C del presente proyecto se encuentran detalladamente las encuestas realizadas.

12. Diseño de la Interfaz

Entrando en detalle con la dimensión "Interfaz humano-computadora" de la gestión del cambio y a fin de estudiar el atributo de calidad de usabilidad definido previamente en la sección 5.5, se evalúa el proceso de *"Design Thinking"* descrito en el marco teórico (anexo A) para el diseño de la interfaz. Teniendo en cuenta que en el presente proyecto se piensa en una aplicación con un público, una funcionalidad y una situación particular y acotada, se trabaja con los últimos dos pasos del proceso de diseño incorporando la información recolectada en las entrevistas con el personal de salud. Específicamente, se diseña la interfaz que utilizarán estos últimos y, considerando que el proceso está centrado en el usuario, se busca llegar a un prototipo final de alta fidelidad realizando un *"mock up"* de la aplicación donde se ve aplicado el estilo visual que comprenderá la interfaz. Esto permite además realizar pruebas de experiencia de usuario para estudiar la amigabilidad de la aplicación con potenciales usuarios y obtener luego un *feedback* con sus devoluciones que serán de utilidad para mejorar los aspectos de diseño del prototipo.

12.1. Prototipo

Para esta instancia es útil en un primer lugar realizar "*Wireframes*", una guía visual que representa el esqueleto de una aplicación. Luego, se realiza un prototipo con colores e iconos más atractivo, fácil de usar y entender que será presentado al personal de salud directamente para evaluar su experiencia de usuario. Para ello se utiliza *Marvel App*, una plataforma colaborativa que permite el prototipado de una aplicación celular con diseños que se ajusten a un *smartphone* y que además una vez finalizado el modelo admite la interacción con este en tiempo real [73].

12.1.1. Selección de colores

En un primer lugar, se eligen los colores de la aplicación. Se busca darle identidad al proyecto y, a su vez, confianza, tranquilidad y responsabilidad tanto a los usuarios como a los pacientes basándose en la psicología de los colores y la psicología del marketing. Para ello, se elige una paleta de colores azules, según se muestra en la figura 38.

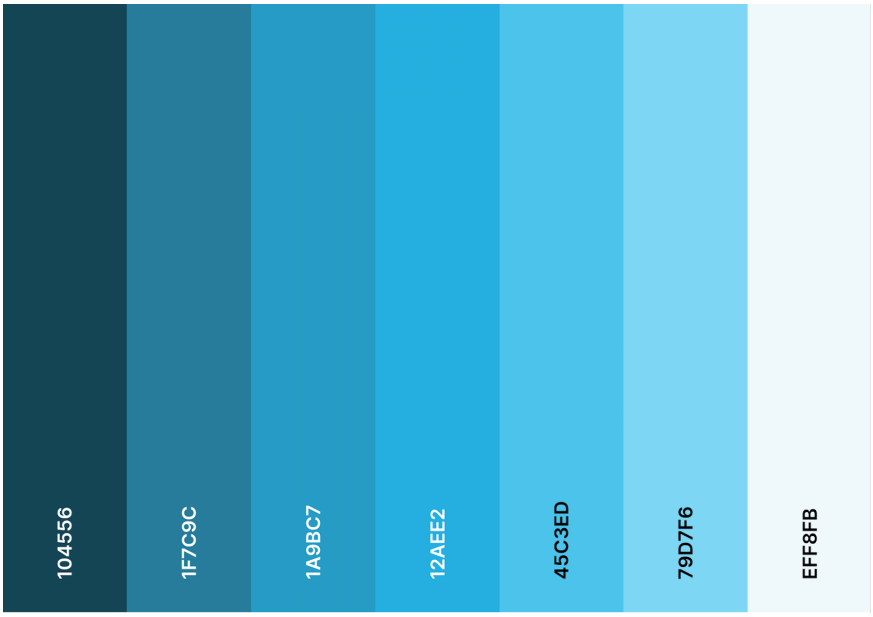


Figura 38: Paleta de colores realizada con la plataforma *Coolors* [74]

También se tiene en cuenta que puede existir personal de salud con daltonismo. En consecuencia se evalúan los contrastes de los colores considerando que el principal tipo de daltonismo es la deuteranopia [75].

Figura 39: Paleta de colores realizada con la plataforma *Coolors* donde se puede observar la distinción de colores para personas con deuteranopia [74]

12.1.2. Tipografía

Con respecto a la tipografía se elige una fuente legible, no pesada y fácil de leer que capte la atención del usuario y pueda ser utilizada en situaciones de emergencia. Para ello se opta por la fuente *Lato* del tipo *Sans-Serif* según se observa en la figura 40:

ABCDEFGHIJKLM
NOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklm
nopqrstuvwxyz

Figura 40: Tipografía Lato elegida del paquete *Google Fonts* [76]

12.1.3. Diseño del logo

En paralelo se diseña el logo de la aplicación, eligiendo la tipografía *Norwester* por su carácter robusto expresando también seguridad. Además, se lo combina con un icono con registros médicos para hacer más amigable y característica a la interfaz. Se obtiene entonces:

Figura 41: Logo característico de *Medic*

Figura 42: Logo secundario de *Medic* jugando con la tipografía

12.2. Testear

Para poner a prueba la usabilidad de la aplicación, se buscan profesionales de la salud de distintas edades que previamente habían sido contactados para responder las encuestas (descritas en la sección 11). Específicamente, se entrevistan a 6 usuarios (de las edades: 26, 29, 45, 49, 51 y 59 años) con reuniones virtuales para que cada

uno de ellos pueda interactuar con la maqueta de la aplicación, luego de explicarles cuáles son los objetivos que tenían que cumplir. Estos son:

- Llegar a datos clínicos del paciente ingresando el DNI por foto.
- Llegar a datos clínicos del paciente ingresando el DNI por teclado.
- Validar la identidad en todos los casos.
- Aplicar filtros a los datos clínicos en todos los casos.
- Cerrar sesión en todos los casos.
- Leer detenidamente todos los datos provistos en uno de los dos casos.

Para poder evaluar el tiempo que le lleva a cada usuario cumplir cada objetivo y tener registro de si existieron dificultades durante su interacción, se les pide compartir su pantalla mientras utilizan la aplicación. Esto es grabado a fin de poder analizar luego cada experiencia en particular y determinar la facilidad de aprendizaje observando la cantidad de *"Clicks"* realizados por el usuario en cuestión.

Finalmente, se les pide evaluar su experiencia con la aplicación de acuerdo a los criterios de evaluación propuestos en la encuesta (pregunta 9 de la encuesta realizada al personal de salud) respondiendo a la siguiente pregunta:

"¿Cómo clasificarías del 1 al 5 a la aplicación en los siguientes aspectos, siendo el 5 excelente experiencia?

1. *Fácil uso*
2. *Buena información provista y útil*
3. *Rapidez*
4. *Seguridad*
5. *Diseño"*

Con estos parámetros se determinan qué mejoras son necesarias tomar e iterar en el diseño para mejorar la interfaz.

12.3. Diseño de pantallas

Se muestran las pantallas que han sido cuidadosamente diseñadas teniendo en cuenta todo el trabajo anterior en cuanto al modelado de requerimientos y de diseño así como las devoluciones de los encuestados para evaluar la aplicación. Se muestran las vistas de acuerdo a lo descrito en el MVC de la figura 35. Cabe mencionar que este prototipo junto con toda la información provista es a modo de ejemplo y que es necesario complementar lo desplegado con todo el desarrollo previamente realizado, particularmente mencionando que los datos clínicos mostrados son algunos de los posibles que podría mostrar la aplicación[23].

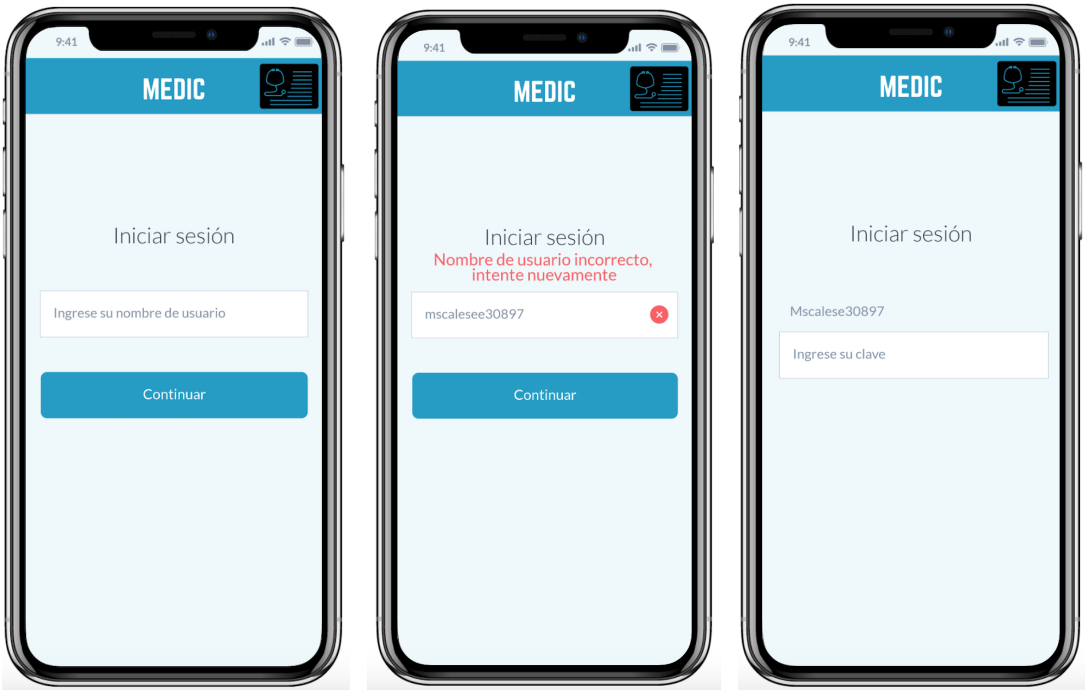
[23]En el siguiente *link* se puede encontrar el prototipo con el que se puede interactuar en tiempo real con la aplicación `https://marvelapp.com/prototype/f40e3h4/screen/72812753`

Pantallas de Bienvenida

(a) Pantalla de bienvenida 1 (b) Pantalla de bienvenida 2

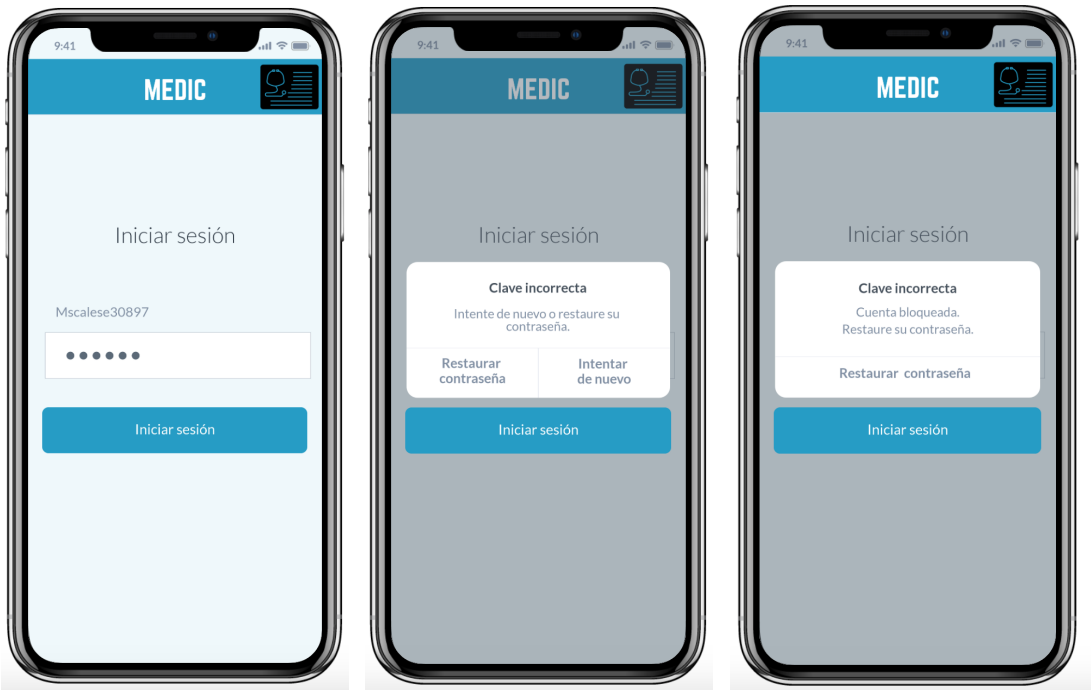
Figura 43: Pantallas de bienvenida

Iniciar Sesión



(a) Ingreso de nombre usuario (b) Ingreso de nombre de usuario incorrecto (c) Ingreso de nombre de usuario correcto y solicitud de clave

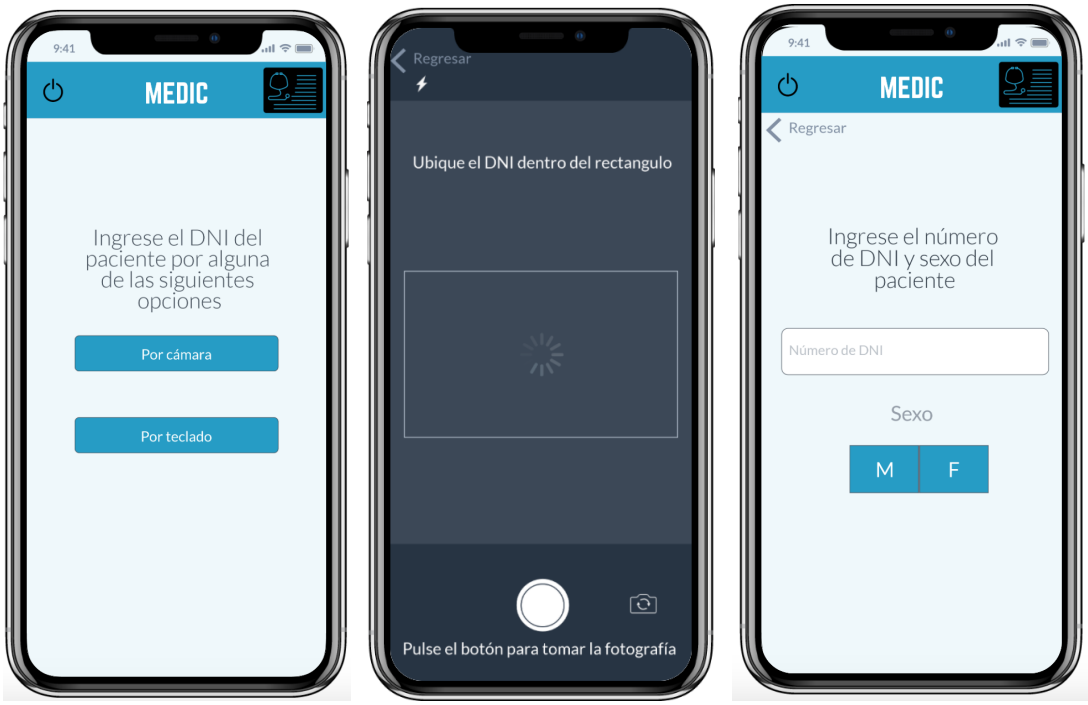
Figura 44: Pantallas de acceso del personal de salud



(a) Ingreso de Clave (b) Clave incorrecta (con menos de 3 intentos) (c) Clave incorrecta (en el tercer intento)

Figura 45: Pantallas de acceso del personal de salud

Identificar Paciente



(a) Ingreso de DNI (b) Ingreso de DNI por cámara (c) Ingreso de DNI por teclado

Figura 46: Pantallas para identificar al paciente

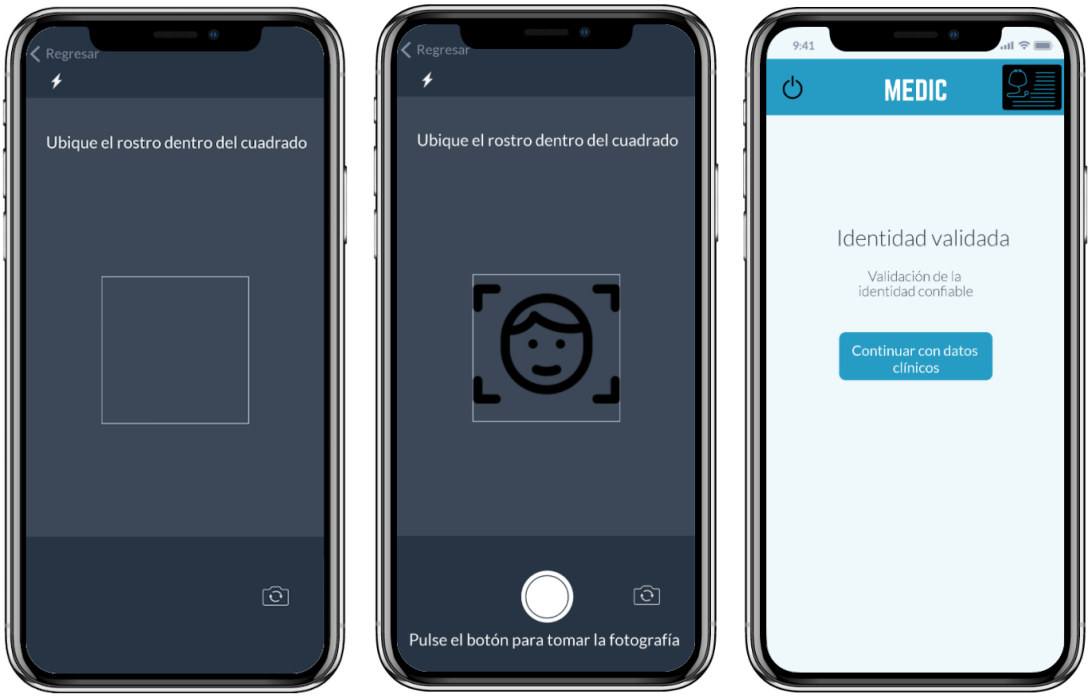
(a) Ingreso de DNI por teclado (b) Persona empadronada (c) Persona no empadronada

Figura 47: Pantallas para identificar al paciente

(a) Persona menor a 16 años

Figura 48: Pantallas para identificar al paciente

Validar Paciente



(a) Ingreso de DNI (b) Reconocimiento facial (c) Reconocimiento facial

Figura 49: Identidad del paciente validada

(a) Identidad del paciente no validada

Figura 50: Identidad del paciente no validada

Datos Clínicos

(a) *Display* de datos clínicos (b) *Display* de datos clínicos (c) *Display* de datos clínicos

Figura 51: Pantallas para el *display* de datos clínicos

(a) Filtros predeterminados (b) *Display* de datos clínicos filtrados (c) *Display* de datos clínicos filtrados

Figura 52: Pantallas para el *display* de datos clínicos

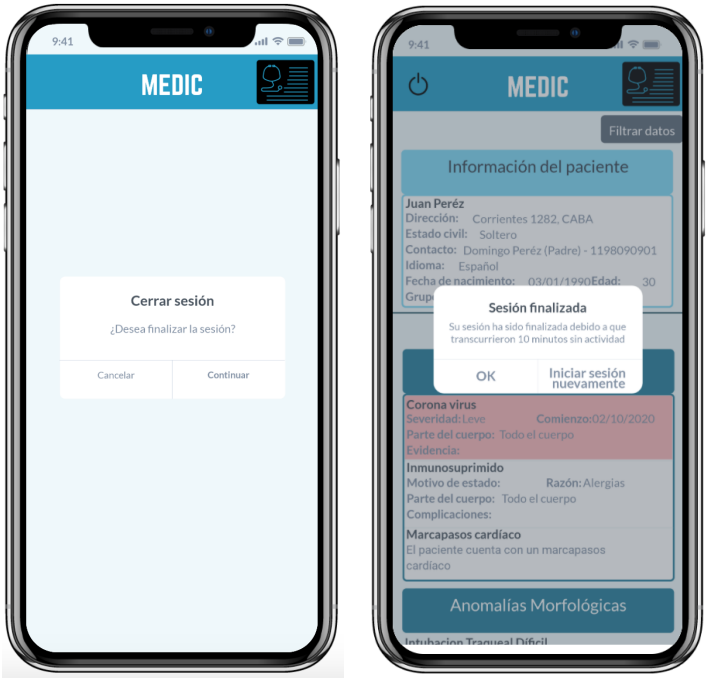
(a) *Display* de datos clínicos filtrados

Figura 53: Pantallas para el *display* de datos clínicos

(a) HCE no encontrada para el paciente en cuestión

Figura 54: Pantalla de HCE no encontrada

Cierre de Sesión



(a) Cerrar sesión manualmente (b) Cerrar sesión luego de 10 minutos de actividad en la aplicación

Figura 55: Pantallas para el cierre de sesión

12.3.1. *Userflow*

Finalmente, para un mayor entendimiento del flujo de la aplicación, se muestra su *Userflow* (flujo de usuario) donde se puede ver cómo se relacionan cada una de las pantallas entre sí.

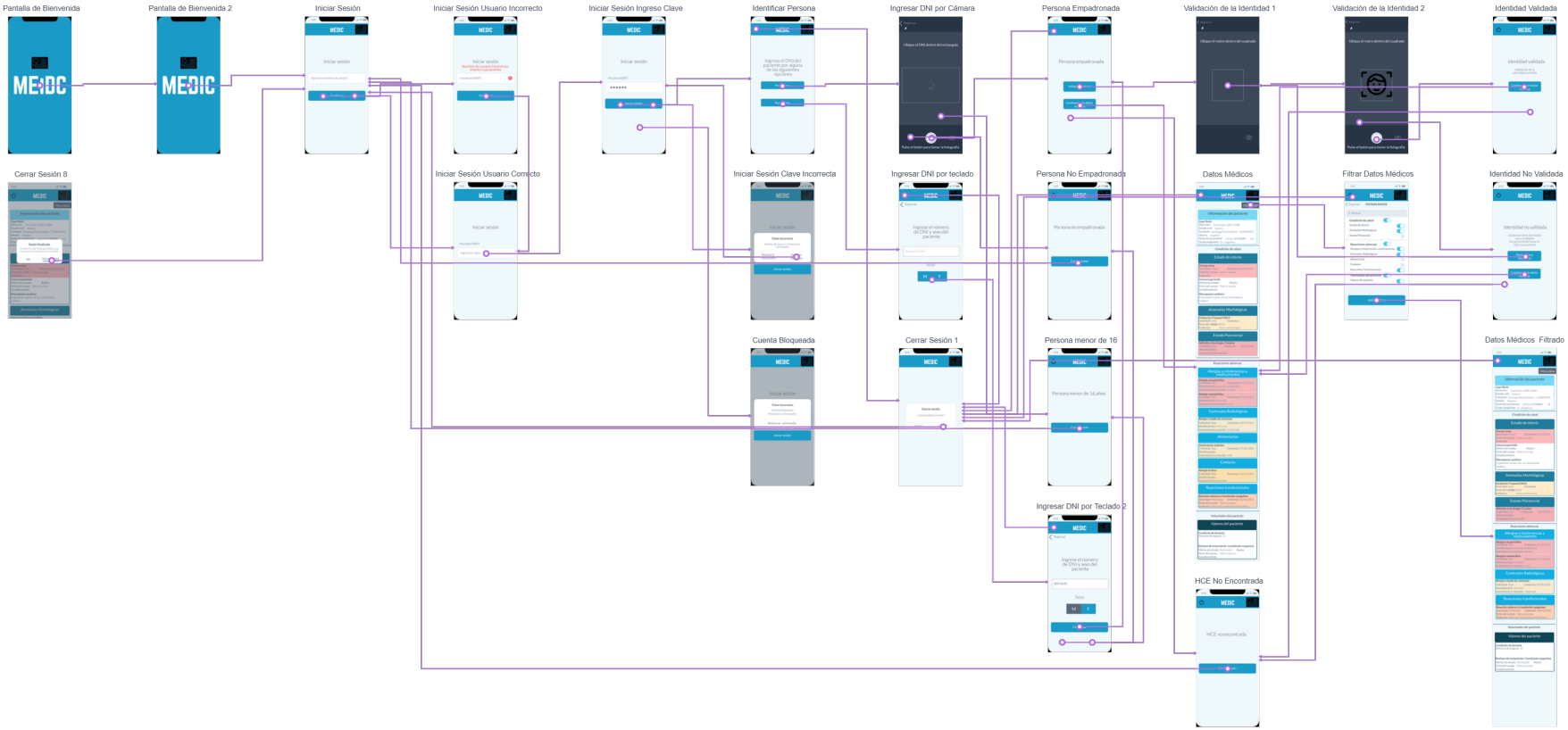


Figura 56: Userflow de *Medic*

Parte IV

Resultados

13. Resultados de Encuestas

13.1. Encuesta población/pacientes

En cuanto a la población en general, se obtuvieron 719 respuestas, las cuales se ven en las figuras 57 y 58.

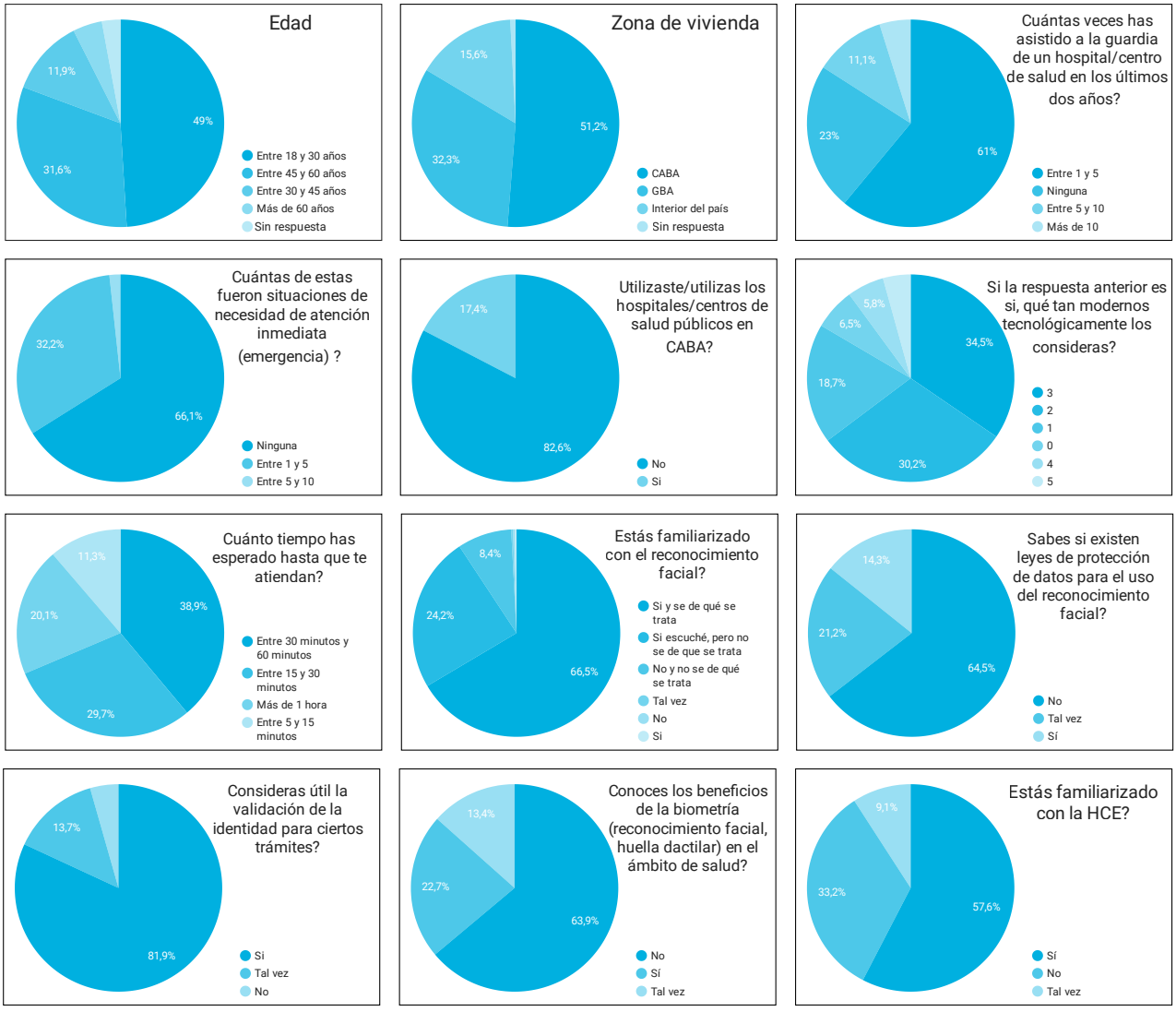


Figura 57: Respuestas por parte de los pacientes

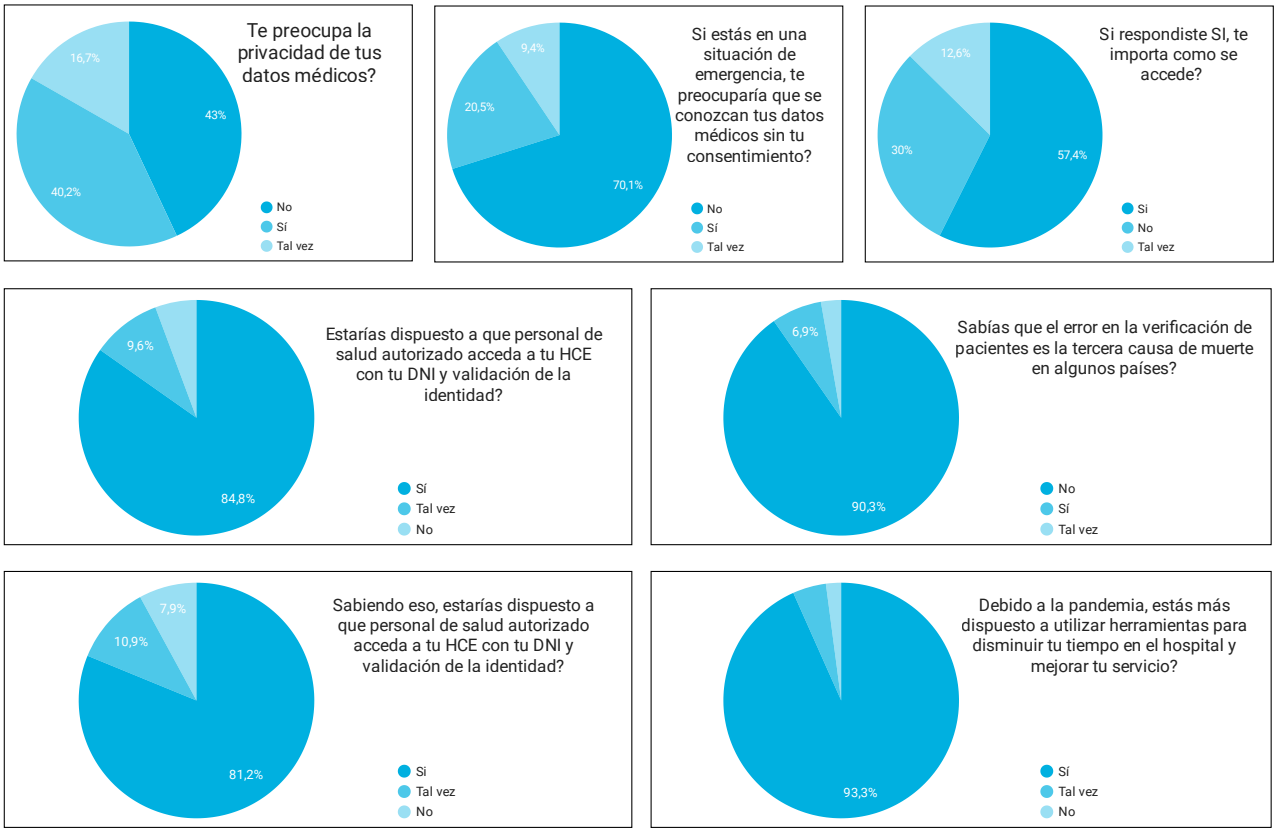


Figura 58: Respuestas por parte de los pacientes

13.2. Encuesta personal de salud

En cuanto al personal de salud, como se vio anteriormente, se incluyó tanto a médicos y a enfermeros como a estudiantes de ambas carreras obteniendo 253 respuestas de personas con distintas edades y zonas de vivienda como se ve en la siguiente figura.

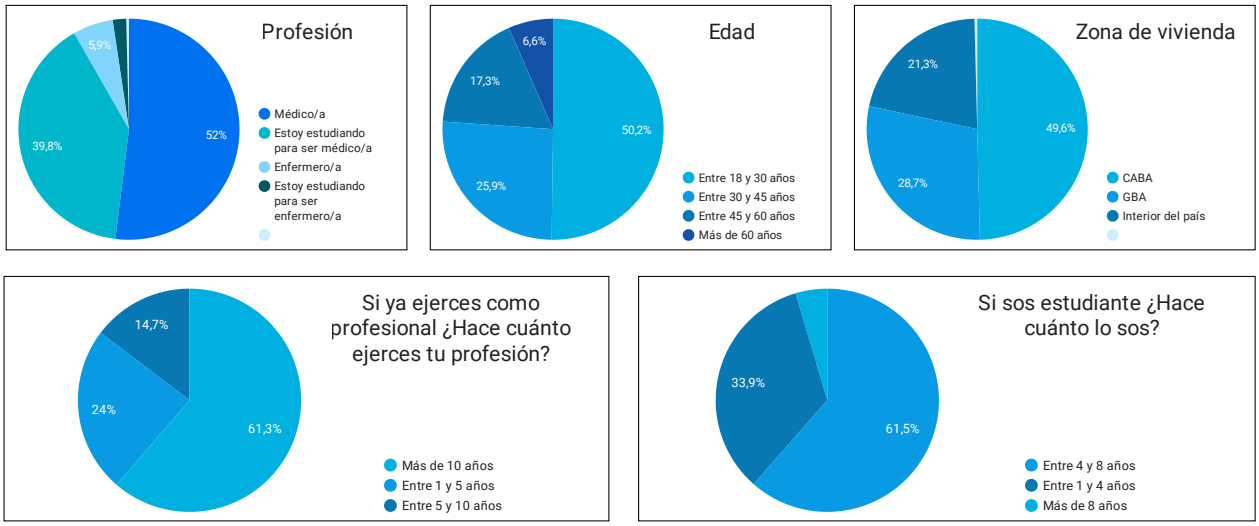


Figura 59: Datos de los encuestados

Para obtener un análisis segmentado por profesión y analizar en detalle las respuestas de los profesionales

de medicina y enfermería (potenciales usuarios), se opta por presentar los resultados únicamente de estos para luego discutirlos. Para ver todas las respuestas consultar el material adicional.

13.2.1. Médicos

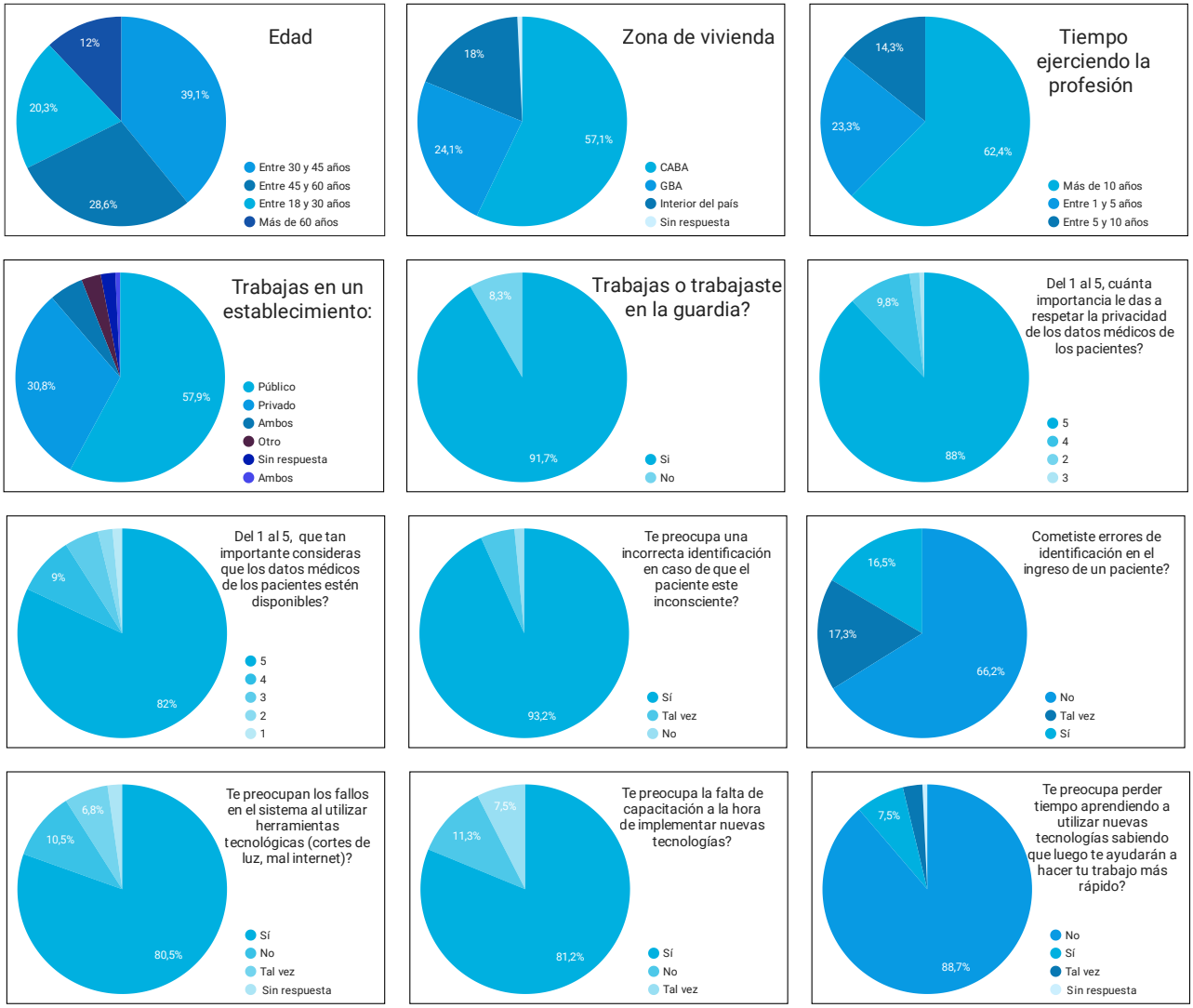


Figura 60: Respuestas por parte de los profesionales en medicina

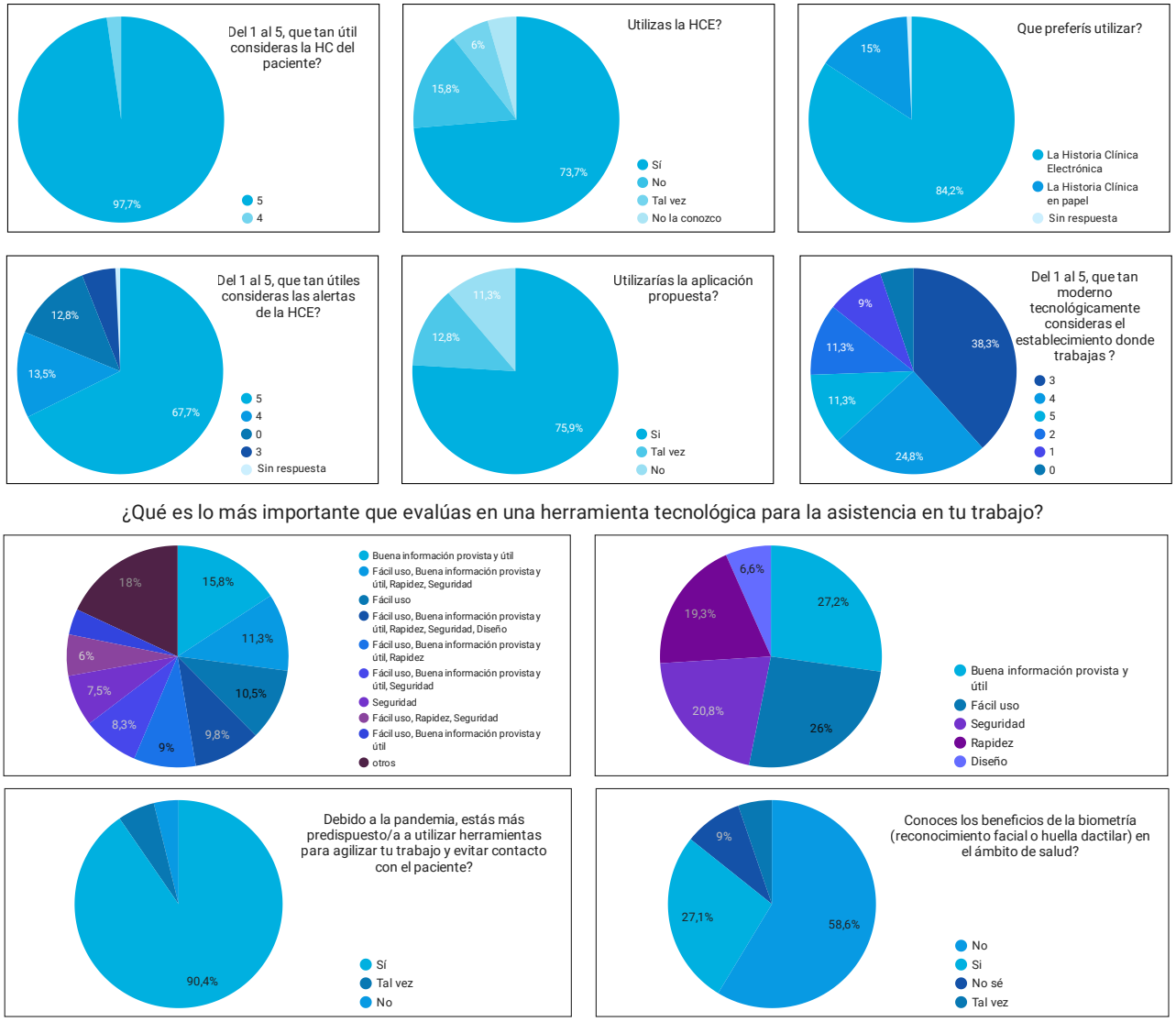


Figura 61: Respuestas por parte de los profesionales en medicina

Se ve en la figura 61 dos gráficos distintos para la pregunta “Qué es lo más importante que evalúan en una herramienta tecnológica para la asistencia en su trabajo”. Esto sucede porque en el primer gráfico (el que se encuentra a la izquierda) se muestra cómo votaron los médicos combinando las distintas opciones, por ejemplo la combinación de elegir las opciones “Fácil uso”, “Buena información provista y útil”, “Rapidez y Seguridad”. En este gráfico hay una categoría llamada “otros” que se refiere a la suma de otras combinaciones que daban un porcentaje menor al 3,8 %. Por otro lado, en el segundo gráfico (el que se encuentra a la derecha) se ve la suma de todos los votos para cada opción. Lo mismo sucede en la figura 63 que se ve más adelante.

13.2.2. Enfermeros

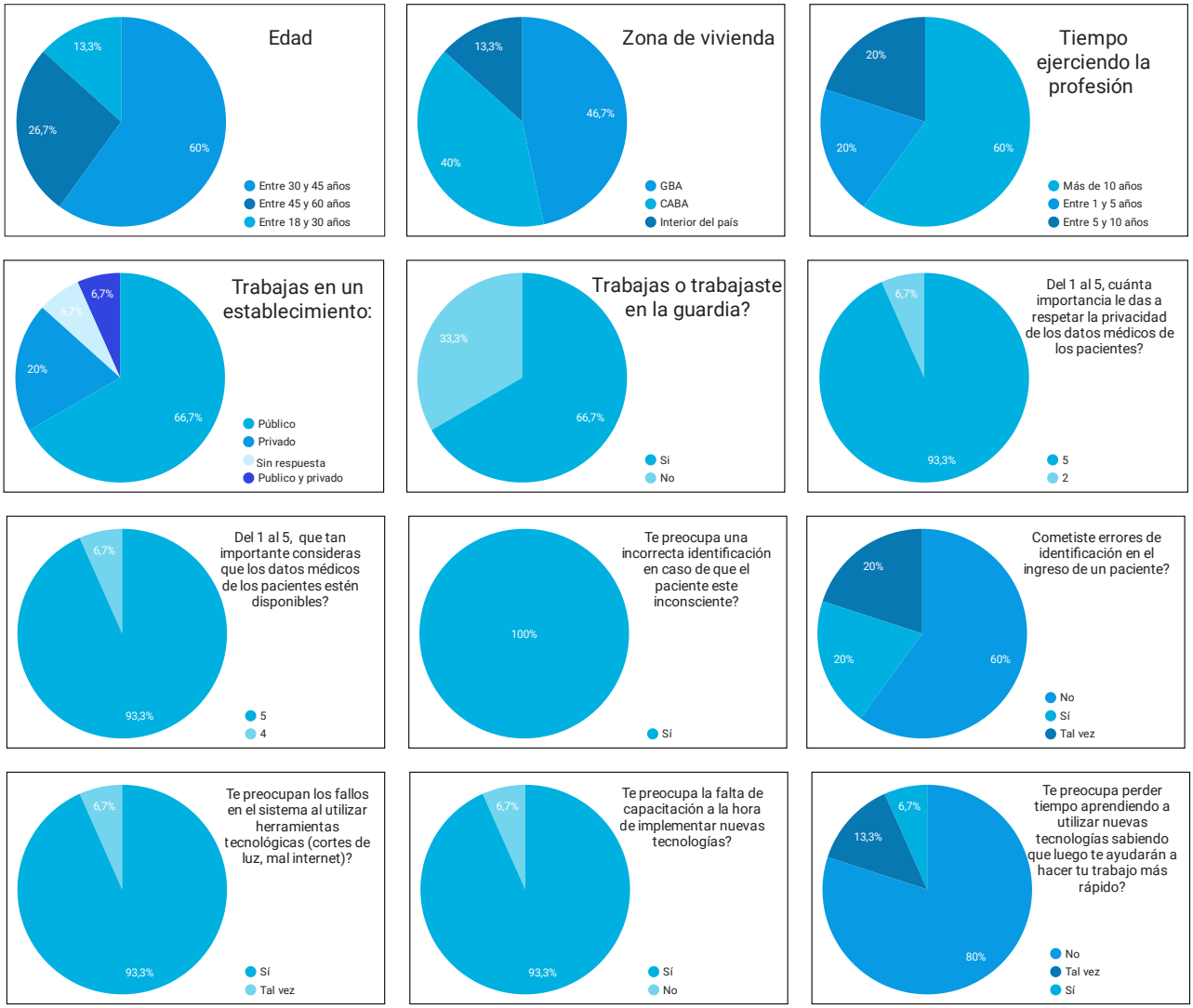


Figura 62: Respuestas por parte de los profesionales en enfermería

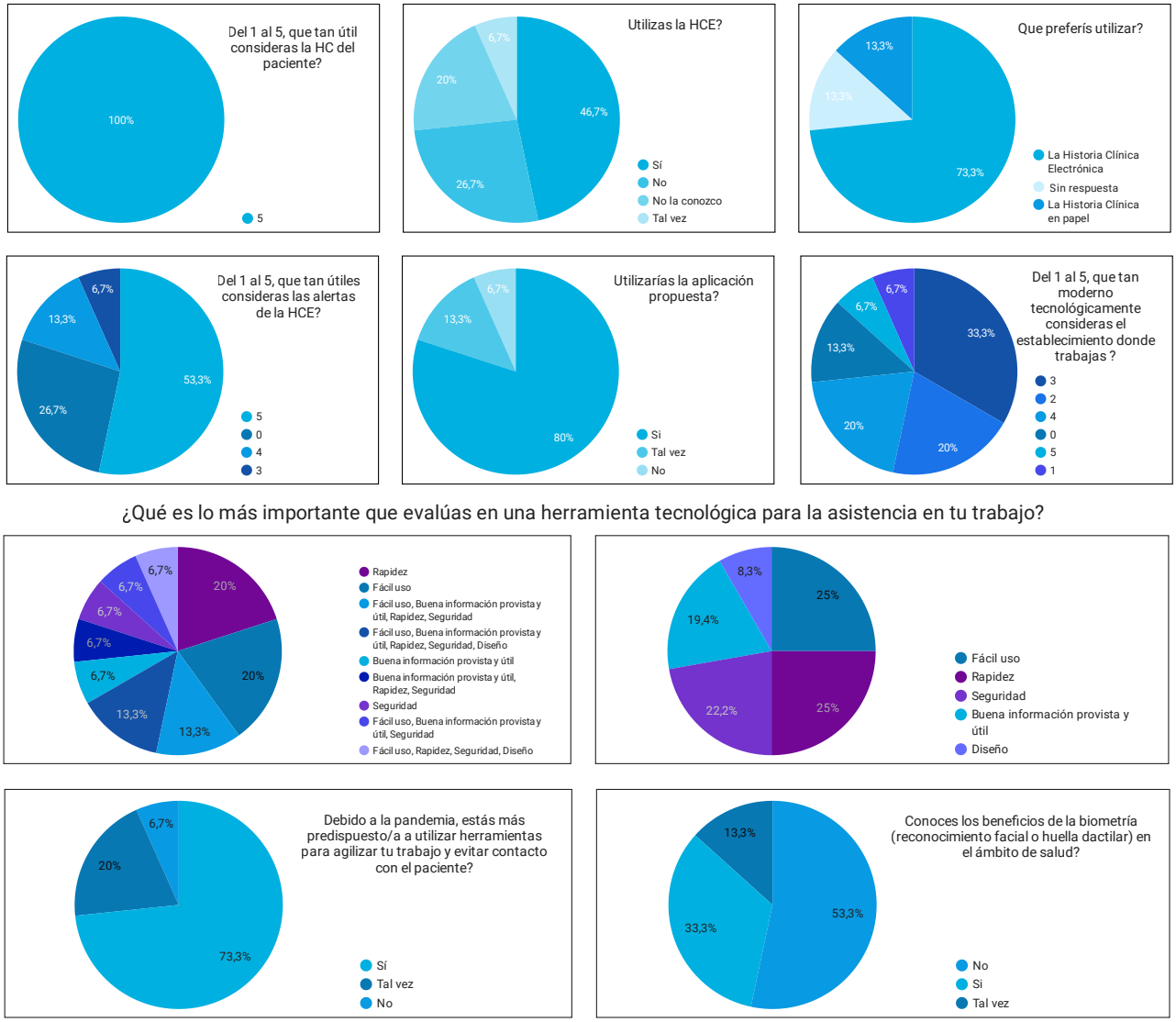


Figura 63: Respuestas por parte de los profesionales en enfermería

14. Prueba de Usabilidad

En las siguientes tablas se muestran los resultados de las pruebas de usabilidad realizadas, descritas en la sección 12.2. Se aprecia una descripción sobre lo que se percibió cuando los usuarios interactuaron con la aplicación, así como también las sugerencias que los mismos realizaron.

Usuario 1		
Edad	29 años	
Descripción	Médica residente de fisiatría - Hospital Rocca	
Evaluación	*Fácil uso*	5
	Buena información provista y útil	4
	Rapidez	5
	Seguridad	5
	Diseño	4
Tiempo para llegar a los datos	33 segundos	
Tiempo para leer los datos	3 minutos	
Comentarios	La aplicación fue muy intuitiva y fácil de usar para el usuario en cuestión. En cuanto al diseño, sugirió acomodar algunos de los conceptos presentados de manera de que la información demográfica del paciente junto con su tipo y grupo sanguíneo se encuentren primeros en la pantalla de los datos. También mencionó que para evitar que haya mucha información, sería de utilidad mostrar los títulos de los conceptos y que luego el usuario pueda desplegar la información que el mismo considere de interés para el estado deseado.	

Tabla 19: Evaluación de experiencia de usuario para el usuario 1

Usuario 2		
Edad	26 años	
Descripción	Médica residente de pedriatría - Hospital Garrahan	
Evaluación	*Fácil uso*	5
	Buena información provista y útil	5
	Rapidez	5
	Seguridad	5
	Diseño	5
Tiempo para llegar a los datos	29 segundos	
Tiempo para leer los datos	1 minuto 31 segundos	
Comentarios	Le fue muy fácil desplazarse a través de la aplicación y elogió lo ordenada que estaba la información, ya que no le tomó tiempo encontrar los datos que creía necesarios.	

Tabla 20: Evaluación de experiencia de usuario para el usuario 2

Usuario 3	
Edad	59 años
Descripción	Médica Pediatra - Coordinadora de los CIM 32 y 75 - Hospital Garrahan

Evaluación	*Fácil uso*	5
	Buena información provista y útil	5
	Rapidez	5
	Seguridad	5
	Diseño	5
Tiempo para llegar a los datos	1 minuto y 31 segundos en la primer prueba y 20 segundos en la segunda	
Tiempo para leer los datos	1 minuto y 28 segundos	
Comentarios	En una primera instancia, la aplicación le generó dificultad en las pantallas de tomar fotografía del DNI y al momento de cerrar sesión ya que no encontraba el botón para esto. En una segunda instancia, al volver a usar la aplicación no tuvo dificultades y se desplazó fácilmente por esta demorando 20 segundos en llegar a los datos (1 minuto y 11 segundos menos que en la primer prueba). Mencionó que al comenzar a usar un software nuevo en el hospital, el personal primero tiene una capacitación o recibe un manual que le permite reconocerlo antes de utilizarlo. Indicó que le gustaba el diseño, el fácil uso y la rapidez con la que llegó a los datos una vez que reconoció la app.	

Tabla 21: Evaluación de experiencia de usuario para el usuario 3

Usuario 4		
Edad	45 años	
Descripción	Médica Pediatra - Hospital Dr. Carlos Macias y Hospital Garrahan	
Evaluación	*Fácil uso*	5
	Buena información provista y útil	5
	Rapidez	5
	Seguridad	5
	Diseño	4
Tiempo para llegar a los datos	51 segundos	
Tiempo para leer los datos	1 minuto y 11 segundos	
Comentarios	No tuvo dificultades para desplazarse por la aplicación. Sugirió modificar el diseño en la sección de los datos clínicos agregando colores llamativos para el caso en que un dato sea de gran importancia, como por ejemplo si un paciente es alérgico a una transfusión sanguínea indicó que con un fondo rojo o amarillo ese dato llamaría la atención y sería más fácil visualizarlo rápidamente con el smartphone.	

Tabla 22: Evaluación de experiencia de usuario para el usuario 4

Usuario 5		
Edad	49 años	
Descripción	Médica Pediatra - Jefa de Clínica - Hospital Garrahan	
Evaluación	*Fácil uso*	5
	Buena información provista y útil	5
	Rapidez	5
	Seguridad	5
	Diseño	5
Tiempo para llegar a los datos	33 segundos	
Tiempo para leer los datos	1 minuto y 40 segundos	
Comentarios	La aplicación le resultó fácil de usar e intuitiva. Indicó que sería importante tener el grupo sanguíneo como primer dato, junto con la información demográfica del paciente así como también destacar la intubación traqueal difícil para que no se "pierda" entre los otros datos.	

Tabla 23: Evaluación de experiencia de usuario para el usuario 5

Usuario 6		
Edad	51 años	
Descripción	Médico de guardia - UTI Adultos - Hospital Santojanni	
Evaluación	*Fácil uso*	5
	Buena información provista y útil	5
	Rapidez	5
	Seguridad	5
	Diseño	5
Tiempo para llegar a los datos	47 segundos	
Tiempo para leer los datos	1 minuto y 54 segundos	
Comentarios	Se desplazó por la aplicación con facilidad, llegando rápidamente a los datos del paciente. Sugirió mostrar primero la condición de salud y luego las alergias, ya que en la guardia suelen realizar primero un diagnostico rápido a partir de los antecedentes del paciente que se encuentran en la sección condición de salud.	

Tabla 24: Evaluación de experiencia de usuario para el usuario 6

Parte V

Discusión

15. Cumplimiento de Objetivos

En cuanto al cumplimiento de objetivos descritos en la sección 2, estos fueron completamente alcanzados. Considerando los **objetivos de mínima**, se logra proporcionar un diseño de aplicación para identificar al paciente y validar su identidad. Para ello se tiene en consideración el Sistema de Identidad Digital y su servicio de validación de la identidad a través de reconocimiento facial. En cuanto a los datos clínicos, se obtienen aquellos presentes en la HCE, analizando cómo está estructurada y qué información dentro de ella es necesaria para el personal de salud en la emergencia considerando la condición de salud, las reacciones adversas y las voluntades del paciente. Finalmente, se estudian qué recursos de FHIR son de interés y qué parámetros de búsqueda se deben utilizar para obtener estos últimos. Para integrar estos dos últimos sistemas mencionados se escoge, luego de estudiar distintos estilos arquitectónicos, el Modelo-Vista-Controlador y, además, se logra establecer el protocolo de comunicación entre los diferentes subsistemas para conseguir un sistema interoperable. Teniendo presente los **objetivos de máxima**, se diseña un prototipo de la aplicación considerando aspectos de la psicología del marketing de manera que el diseño sea fiel al contexto en el que se quiere implementar la aplicación. En paralelo, las encuestas realizadas permiten estudiar el sistema sanitario actual y tomar conocimiento del contexto y sus participantes. Finalmente, se evalúa la experiencia de usuario con personal de salud de manera tal de determinar qué tan amigable resulta el prototipo diseñado viendo plasmados todos los criterios de diseño desarrollados a lo largo del trabajo.

En las siguientes secciones, se analizan con más detalle los aspectos mencionados.

16. Evaluación de la Aplicación

16.1. Evaluación de la aplicación propuesta

Para la evaluación de la aplicación, resulta útil retomar los atributos de calidad propuestos en la sección 5.5. Se evalúa cada uno con un puntaje del 1 al 3 donde 1 significa que el atributo de calidad se consideró mínimamente, 2 que se consideró en el diseño de la aplicación pero se podría profundizar más y 3 que el atributo se cubrió por completo con los criterios arquitectónicos propuestos y el diseño de *Medic*. Este puntaje se encuentra entre paréntesis al lado del atributo correspondiente.

Atributo de la calidad	**Descripción**
Interoperabilidad (3)	Se diseñó una arquitectura que permite la integración con otros sistemas, particularmente teniendo en cuenta los estándares de interoperabilidad FHIR y su terminología, se logran definir las *queries* para el intercambio de datos.
Usabilidad (3)	En todos los pasos de diseño del proyecto se pensó en la experiencia del usuario, logrando un flujo por la aplicación amigable. Esto se desarrolla más adelante en la sección 18 donde se discuten los resultados de la experiencia de usuario.

Seguridad (2)	Se consideraron los temas respecto al acceso a la aplicación por parte del personal de salud y su autorización para las funcionalidades de acuerdo a su rol. La HCE del paciente quedaría totalmente protegida al utilizarse bajo la red interna del establecimiento sanitario y sólo accediendo a los datos clínicos sin posibilidad de alterarlos. También se consideró la seguridad del paciente al identificarlo con su documento de identidad y validar la misma con reconocimiento facial. Además, al acceder a sus datos clínicos utilizando el MPI, se está resguardando la veracidad de sus datos. Se podría profundizar utilizando un *token* de seguridad que en el componente de acceso del usuario emita un *token* para ser entregado a todos los componentes involucrados para cada sesión de usuario.
Funcionalidad (3)	Se consideró la normativa vigente de acuerdo a las leyes de CABA para ofrecer servicios que sean compatibles con la ley y que no violen ningún derecho ni del paciente ni del personal de salud.
Confiabilidad (1)	Teniendo en cuenta que se trata de una aplicación con pocas funcionalidades se espera que los fallos sean moderados y la aplicación esté disponible en gran medida. De todas maneras se podrían considerar componentes externos tal como el de monitoreo para detectar las fallas propias del sistema, registrarlas, notificarlas y, al mismo tiempo, deshabilitar los componentes que la ocasionan permitiendo que el flujo de la aplicación continúe. También sería de utilidad pensar en un balanceador de carga que permita escalar aquellos componentes que están más ocupados.
Desempeño (2)	Considerando la arquitectura física y la utilización de servicios REST, se espera que se alcance un alto desempeño al lograr una comunicación directa con peticiones HTTP. De todas maneras, se podría haber hecho más énfasis en otro tipo de soluciones tal como de incorporar mensajería asíncrona[24] a fin de aumentar la disponibilidad.
Mantenibilidad (3)	El estilo MVC propuesto permite desplegar componentes que están desacoplados dentro del modelo. En caso de incorporar más servicios, sería interesante lograr una mayor granularidad de la aplicación al fragmentarlos considerando otros estilos arquitectónicos.

Tabla 25: Evaluación de la arquitectura teniendo en cuenta los atributos de la calidad

16.2. Análisis de otros estilos arquitectónicos

Es interesante hacer un análisis y considerar la arquitectura de microservicios (MSA, por sus siglas en inglés de *Microservices Architecture*) considerando el posible crecimiento de la aplicación en un futuro para que resulte escalable [77]. En este estilo, cada servicio se corresponde con una funcionalidad ejecutándose de forma independiente sin la necesidad de conocer cómo trabajan los otros servicios logrando un menor acoplamiento al no depender del sistema global. Particularmente *Medic* dispondría de dos servicios:

1. “Acceder a los datos clínicos relevantes del paciente identificándolo con el DNI”

[24] Esto refiere a la priorización de los mensajes al colocarlos en una cola de mensajería

2. “Acceder a los datos clínicos relevantes del paciente identificándolo con el DNI y validando la identidad del mismo con reconocimiento facial”.

A continuación, se muestra un gráfico ilustrando la arquitectura basada en microservicios teniendo en cuenta las zonas descritas anteriormente en la sección 6.2.3:

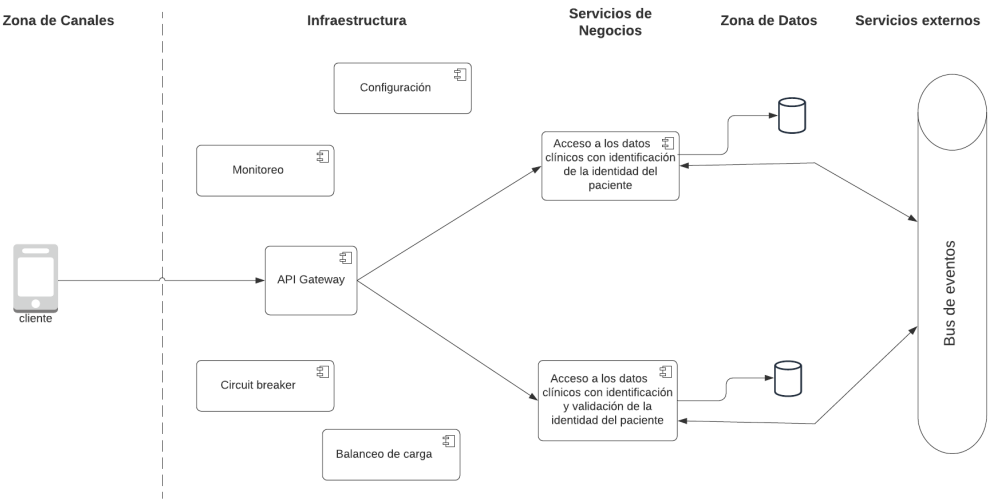


Figura 64: Diagrama de zonas para una arquitectura basada en microservicios

Se pueden observar los siguientes componentes de infraestructura:

- **API Gateway:** Es un Gateway donde se exponen los servicios a consumir. Se sitúa entre el cliente y los servicios, siendo el único punto de entrada a la aplicación y de salida implicando el diseño de una WebAPI para ofrecer los servicios.
- **Configuración:** Se encarga de centralizar y proveer la misma a cada microservicio.
- **Monitoreo:** Dispone mecanismos para monitorizar aspectos relacionados con el estado y funcionamiento.
- **Balanceo de carga (*Load Balancer*):** Permite el balanceo de carga entre distintas instancias evitando colapsar un servicio en particular.
- **Tolerancia a fallas (*Circuit breaker*):** Se encarga que, en caso de que se produzca un fallo, este no se propague en cascada por todo el flujo de llamadas, para gestionar el error de forma controlada.

Se observa en la figura 64 que cada microservicio cuenta con una base de datos propia. La incorporación del bus de eventos se utiliza para la coherencia de las bases de datos y la integración de las aplicaciones externas, en este caso útil para consumir los servicios del ReNaPer y de la HCE de CABA. Con esta arquitectura entonces, los atributos de confiabilidad y mantenibilidad se podrían mejorar en comparación con la arquitectura MVC propuesta.

Este estilo, de todas formas, sería útil en el caso de que se tenga una aplicación que ofrezca servicios a varios clientes. Por esto, para la aplicación propuesta en el proyecto, MVC resulta el estilo arquitectónico que mejor se adapta a los requerimientos descritos anteriormente en la sección 5.5.

17. Implementación en el Sistema Sanitario

A fin de responder la pregunta propuesta en el desarrollo: "¿Qué tan preparado está el contexto sanitario para la implementación de la aplicación?", se analizan los resultados obtenidos a partir de las encuestas realizadas utilizando la herramienta *Data Studio* de Google [78].

17.1. Población/Pacientes

Por un lado, se encuentra la encuesta realizada a la población en general, donde se ven respuestas de personas de diferentes edades (entre 18 y más de 60 años), siendo la mayoría de entre 18 y 30 años. A su vez, el 51,2 % de las personas encuestadas viven en CABA, el 32,2 % en GBA y el 15,6 % en el interior del país. Se procede entonces a analizar las respuestas de mayor relevancia según el rango de edad y según el lugar de residencia entendiendo que estos aspectos condicionan la variabilidad de las respuestas.

En cuanto a las visitas a la guardia en los últimos dos años no se observa una gran diferencia en las respuestas según la edad y el lugar de residencia donde el mayor porcentaje (61 %) asistió entre 1 y 5 veces a la guardia en los últimos dos años. Sin embargo, se ve una leve diferencia cuando se pregunta cuáles fueron situaciones de necesidad de atención inmediata: el 41 % de las personas de edad entre 30 y 45 años respondieron que entre 1 y 5 de las visitas fueron situaciones de emergencia y las mayores de 60 solo consideraron el 24,2 % como situación de emergencia. Las personas de edades entre 18 y 30 años y de entre 45 y 60 años se encuentran entre estos dos valores. No se ve diferencia al analizar la misma pregunta según las distintas zonas de vivienda. Esta pregunta, permitió estudiar el alcance que tendría la aplicación observándose que sería principalmente utilizada para pacientes de 30 y 45 años.

Cuando se les pregunta a los encuestados si utilizan los hospitales o centros de salud públicos en CABA se observa que en general un 82,3 % no los utiliza, asumiéndose que estos son beneficiarios de alguna obra social o de un seguro de salud voluntario. Esta respuesta es coherente con los datos recolectados en el censo del 2010 [10] en el que el 36 % de la población total dice utilizar únicamente el sector público y el otro 64 % el privado variando esto según la provincia. Considerando que las encuestas fueron difundidas en un entorno acotado, analizar esta respuesta habiendo tenido un mayor alcance hubiera permitido realizar un estudio más fiel del uso de los establecimientos sanitarios públicos.

Al analizar esta pregunta, se ve que la concurrencia a los establecimientos públicos de CABA es de un 17,7 %, por lo que sería interesante evaluar la implementación de la aplicación en establecimientos sanitarios privados. Sin embargo, se tiene en cuenta que la aplicación se podría usar siempre que el SAME atienda una persona en la vía pública o reciba una llamada desde un hogar ante una emergencia y derive al paciente a un establecimiento público en CABA.

La siguiente pregunta fue referida a qué tan modernos tecnológicamente consideran los hospitales/centros de salud públicos de CABA del 0 al 5 (siendo el 5 muy modernos) en el caso de haber respondido que sí a la pregunta anterior de concurrencia a este tipo de establecimientos. En la respuesta general (figura 57) se respondió principalmente 3 y 2. Se ve entonces que, por lo general, los centros de salud y hospitales públicos no son considerados muy modernos tecnológicamente. Esta respuesta merecería un análisis posterior, ya que no se logra saber en base a qué los pacientes consideran modernos tecnológicamente los hospitales y centros de salud públicos, pero se asume que responden en función a lo que ven en las salas de espera (pantallas, computadoras, etcétera) y no a los equipos médicos con los que cuentan (resonadores, tomógrafos, respiradores, etcétera). Se

cree que si se empiezan a incorporar nuevas tecnologías tales como el uso de esta aplicación, se podría mejorar esta percepción por parte los pacientes.

En lo que respecta al entendimiento del reconocimiento facial, se ve una clara diferencia según las edades ya que la mayoría de las personas (un 71,5 %) de entre 18 y 30 años están familiarizados con el reconocimiento facial y saben de que se trata, y el 21,4 % de este rango de edad han escuchado sobre el tema pero no saben de que se trata mientras que, para el resto de las edades, el porcentaje de los que saben de qué se trata ronda un 56,6 %. Este resultado se considera normal ya que se espera que los encuestados más jóvenes estén más al tanto de las nuevas tecnologías. En cuanto al lugar de residencia se observa que los resultados difieren según si se vive en CABA/GBA o si se vive en el interior del país, aunque por lo general, se percibe que se debería difundir más información acerca del uso del reconocimiento facial y sus regulaciones. Un buen punto a favor, sin embargo, es que dentro de CABA este concepto está más difundido que en otras zonas.

Luego, al pasar a la sección de datos médicos, se les pregunta si están familiarizados con la HCE. Se observa una diferencia según la edad de los encuestados al verse que los mayores de 60 años respondieron estar familiarizados en un 10 % menos que los encuestados entre 18 y 60 años. Este resultado no llama la atención ya que se considera que es común que los mayores de edad estén menos familiarizados con las nuevas tecnologías como se vio anteriormente. Por otro lado, se ve una diferencia al comparar los resultados teniendo en cuenta al interior del país y a CABA/GBA, ya que dentro de este primer grupo solo un 46,9 % respondió que sí están familiarizados mientras que, en el otro grupo, esa respuesta fue un 12 % mayor. Esto sugiere una posible brecha tecnológica en lo que respecta a los HIS entre el interior del país y AMBA.

A la hora de responder si les preocupa la privacidad de sus datos médicos, se ve un incremento en la preocupación a medida que aumenta la edad (desde un 34,1 % para los encuestados entre 18 y 30 años hasta un 51,3 % para los mayores de 60 años). Esto evidencia una diferencia en la concepción de la privacidad de los datos de acuerdo al rango etario. Esta diferencia se reduce cuando se les pregunta a los encuestados si, en el caso de estar en una situación de emergencia, les preocuparía que se conozcan sus datos médicos sin su consentimiento. Nuevamente se ve que los de menor edad (18-30 años) votaron en su mayoría que no (71,8 %), porcentaje que se reduce para las personas mayores de 60 años (66,7 %). Se ve entonces una disminución en la preocupación sobre la privacidad de sus datos médicos en el caso de que se trate de una emergencia médica, entendiendo que, si la vida de la persona está en riesgo, no le preocupa que se acceda a sus datos médicos sin su consentimiento sabiendo que esto puede llegar a contribuir en su tratamiento. Es interesante notar como este aspecto que anteriormente podría haber sido considerado una barrera para el uso de la aplicación, ya no es un condicionante en el presente.

Por otro lado, cuando se les pregunta si están dispuestos a que personal de salud autorizado acceda a su HCE con su DNI y validación de la identidad el porcentaje de personas que contestaron que sí en general aumenta. Se ve una diferencia mínima según las edades y, como en las preguntas anteriores, el grupo de entre 18 y 30 años respondió afirmativamente en mayor proporción: 89,3 %. De todas formas, en este caso, el porcentaje más bajo no lo tienen los mayores de 60 (de los cuales un 81,8 % respondió que sí) sino que los encuestados de entre 45 y 60 años con un 77,3 % de sí como respuesta. Se cree que la respuesta favorable por parte de la gente mayor se da debido a que se menciona que quienes tendrían acceso a la HCE sería personal de salud autorizado.

Se observa que en general un gran porcentaje de los encuestados está de acuerdo a la utilización de la aplicación propuesta en el proyecto, entendiendo que, la sociedad no presentaría resistencia al uso de ésta en cuanto a condicionantes tecnológicos o éticos observando un clima muy favorable, aunque sí se observa una necesidad de dar a conocer más información acerca del reconocimiento facial, especialmente para la gente mayor.

17.2. Personal de salud

En la encuesta realizada al personal de salud la mitad de los encuestados fueron médicos (59). A su vez, los encuestados tienen diferentes edades siendo la mayoría de entre 18 y 30 años. En la sección 13.2 se muestran las respuestas de los médicos y enfermeros únicamente, potenciales usuarios de la aplicación, considerando que estas eran las de mayor importancia ya que se confirmó con las encuestas que los estudiantes no están familiarizados todavía con trabajar en la guardia y con la HCE. Dentro de los profesionales se observa que la gran mayoría tuvo experiencia en trabajar en el ámbito previamente mencionado y que el 57,9 % de los médicos y el 66,7 % de los enfermeros trabaja únicamente en un establecimiento público.

Cuando se les pregunta si les preocupa una incorrecta identificación en el caso de que el paciente este inconsciente, la gran mayoría contesta afirmativamente (un 93,2 % en los médicos y 100 % en los enfermeros). Esto indica que esta preocupación existe ya que es una situación que efectivamente puede suceder tal como se mencionó en la sección 4.2. Luego, se les pregunta si cometieron errores de identificación en el ingreso de un paciente, donde la respuesta predominante fue no (66,2 % para los médicos y 60 % para los enfermeros) indicando que, aproximadamente, un 40 % sí los cometió. Esta respuesta igualmente puede estar sesgada ya que se los pone a los encuestados en un lugar incómodo al tener que admitir un error, pudiéndose haber preguntado en su lugar si algún colega cometió errores de identificación en el ingreso, sacando la presión de admitir el error propio. Igualmente, se considera que 40 % es un gran porcentaje de error, lo que justifica la preocupación que se ve ante una incorrecta identificación del paciente.

Al preguntarles qué tan moderno tecnológicamente (del 0 al 5, siendo el 5 muy moderno) consideraban el establecimiento donde trabajan, se vio una respuesta por parte de los médicos diferente a la de la población en general, otorgándole un puntaje igual a 3, 4 y 5 en su mayoría. Este resultado llama la atención comparándolo con el de los pacientes ya que, en general, estos habían votado mayoritariamente 3, 2 y 1. Se cree que la diferencia en estas respuestas es, como se mencionó anteriormente, que los médicos analizan la modernidad de su espacio de trabajo a través del equipamiento médico que tienen y de la digitalización de la HC (que la gran mayoría prefiere por sobre la HC en papel, aspecto a favor para la implementación de la aplicación en el contexto sanitario), mientras que los pacientes lo hacen simplemente por lo que tienen a la vista. Se espera entonces que acepten una modernización con facilidad.

Finalmente, se ve que, cuando se les pregunta "¿Qué es lo más importante que evalúan en una herramienta tecnológica para la asistencia en su trabajo?" al analizar las opciones por separado, lo menos elegido sorprendentemente tanto para los médicos como enfermeros es el diseño, mientras que las demás opciones se eligieron en porcentajes parecidos. Cuando se estudian las opciones combinadas según cómo las votaron, lo más valorado para los profesionales es: "Buena información provista y útil", "Rapidez" y "Seguridad". Del mismo modo, se aprecia que la mayoría de los encuestados considera importante las alarmas en la historia clínica, por lo que se espera que la información provista por *Medic*, sea igualmente útil y aceptada por los usuarios, proveyendo con información útil.

Se observa en general que la aplicación sería aceptada por los profesionales de salud sin mostrar resistencia al cambio sino que considerándola beneficiosa para su trabajo, facilitando sus tareas y evitando los posibles errores de identificación del paciente. Además es interesante notar que si se les presenta una herramienta útil y eficaz, no habría mayor problema para implementarla. Sí es significante notar que la capacitación es un aspecto que los profesionales consideran lo suficientemente importante a la hora de implementar una nueva tecnología por lo que es fundamental considerar la gestión del cambio.

18. Evaluación de la Interfaz

A fin de evaluar la experiencia de usuario, en primer lugar se presta especial atención a los resultados de los profesionales de salud en cuanto a la pregunta "¿Cómo clasificarías del 1 al 5 a la aplicación en los siguientes aspectos, siendo el 5 excelente experiencia?" en donde se aprecia que, para todos los aspectos, por lo general la respuesta fue 5. Particularmente, dos usuarios puntuaron con 4 al diseño y un usuario puntuó con 4 a la información provista. Esto se debe a que consideraban que se debía realizar algún cambio en el *display* de datos. El *feedback* se utilizó para realizar las mejoras en el diseño de la aplicación, apreciando que estos podrían ser potenciales usuarios de la aplicación como profesionales de salud.

De la misma manera, para determinar qué tan útil sería la aplicación para ser utilizada en una situación de emergencia y analizar si sería útil su implementación en cuanto a tiempos, es importante estudiar cuánto tardarían los usuarios en utilizarla; su velocidad de rendimiento. Se observa que en promedio les tomó unos 47,33 segundos llegar hasta los datos médicos y luego unos 107,33 segundos (1 minuto y 47,33 segundos) para leer los datos. Se considera que el primer valor puede ser mayor ya que en la evaluación no se toman fotografías reales . Sin embargo, ese valor se puede reducir si se realiza la misma prueba luego de haber aprendido a utilizar la aplicación ya que, en la primer interacción con esta, se puede demorar un poco más en llegar a los datos como se vio en algunos casos. En paralelo, se nota que los *"Clicks"* realizados al interactuar son en la mayoría de los casos los esperados, esperando que cuando se implemente verdaderamente la aplicación los errores por mal uso que cometerían los usuarios serían mínimos.

Teniendo en cuenta además la respuesta a la pregunta "¿Qué es lo más importante que evaluas en una herramienta tecnológica para la asistencia de tu trabajo?" realizada en la encuesta al personal de salud, cuyos resultados se pueden ver en la sección 13.2, se considera que se cumplieron satisfactoriamente aquellos puntos que el personal de salud esperaría de una aplicación. Concluyendo, los resultados de la evaluación fueron favorables con experiencia exitosa. Nuevamente se destaca la importancia de la capacitación previa al personal de salud para que reconozcan la aplicación y la internalicen antes de utilizarla en una situación de emergencia y, así, no tener complicaciones evitando una situación de estrés, logrando generar confiabilidad al usuario para realizar sus tareas con la aplicación.

No es menor mencionar que, a pesar de que la cantidad de pruebas de usabilidad realizadas no son muchas, es una muy buena aproximación para evaluar la experiencia del usuario considerando que se trató evaluar a profesionales de distintas áreas y hospitales y particularmente de distintas edades.

19. Privacidad y Seguridad de los Datos

Se abordarán los aspectos de accesibilidad, confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos ya mencionados a lo largo del proyecto.

En primer lugar, al tener en cuenta la definición de la Ley 5.669 de accesibilidad (mencionada en la sección 9, se ve que el usar la aplicación no violaría este concepto y, más aún, se estaría accediendo únicamente a información relevante para optimizar el tratamiento del paciente sin modificarla o siquiera actualizarla. También se puede ver que se cumple con el paso de autenticación del personal médico, otorgándole seguridad al paciente preservando sus datos personales.

En segundo lugar, teniendo presente que la HCE está disponible en los hospitales de CABA, ya está establecida la disposición de la Ley 5669 de *"Garantizar, bajo la responsabilidad administrativa, civil o penal a*

que hubiera lugar, la confidencialidad de la identidad de los pacientes, así como la integridad, disponibilidad, confiabilidad, trazabilidad y no repudio de la información sanitaria, de conformidad con un sistema de gestión de seguridad de la información que debe evitar el uso ilícito o ilegítimo que pueda lesionar los intereses o los derechos del titular de la información, de acuerdo con las disposiciones legales aplicables" [32]. De esta manera, se contempla en la ley el hecho de disponer de datos médicos de manera íntegra responsable por parte del personal de salud que maneja los datos, cayendo el uso de la aplicación dentro de esta responsabilidad.

En cuanto a la confidencialidad de los datos, la aplicación está usando los datos de la HCE de CABA, accesibles únicamente por un profesional con usuario y contraseña. De la misma manera, el profesional de la salud puede acceder a la HCE con su usuario y contraseña para tal fin desde cualquier computadora dentro del hospital. Por lo tanto, la confidencialidad de los datos en estas circunstancias no es algo propio y que solamente compete a la presente aplicación ya que la información sería accesible exclusivamente para aquellos usuarios autorizados. Las fugas de los datos del paciente es un hecho que incumbe a cualquier sistema de información en la salud y, para abordarlo, hay que tener en cuenta aspectos de seguridad que a lo largo de la aplicación han sido desarrollados.

Teniendo en cuenta la integridad de los datos se debe tener en cuenta que la incorporación de la validación de la identidad es una herramienta para complementar este aspecto. Sin embargo, en caso de que el paciente porte un DNI que no es el propio o bien la validación no sea precisa, el personal médico podría estar accediendo a datos que no correspondan con el paciente al que se está tratando. A pesar de ello, este aspecto puede darse con la utilización de la HCE siendo accedida directamente por el personal de salud. Además, los datos clínicos serán solamente visibles para el usuario, no pudiendo ser modificados. De esta manera se evita violar la veracidad de los datos. Finalmente, el hecho de incorporar bases de datos para almacenar los conceptos accedidos por el personal de salud permitirá seguir la trazabilidad de los datos.

20. Ética

La solución a cualquier problema médico depende de sus conocimientos y habilidades adquiridos en su formación y experiencia. En cualquier circunstancia, inclusive cuando se debe usar una nueva tecnología, el modo de comportarse de los médicos y enfermeros dependerá, entre otros de su ética médica. Teniendo en cuenta estos aspectos, y en vista que el acceso a datos clínicos puede ser un dilema éticamente complejo sin explícita autorización del paciente, basta con referirse al secreto profesional, que es una obligación y que *"los sistemas de informatización médica no comprometerán el derecho de paciente a la intimidad"* respetando también con estos sistemas el secreto [79]. En línea con este aspecto, se considera que la implantación y cumplimiento de las medidas de seguridad exigibles con el deber del secreto médico deben extenderse al uso de la aplicación. Los profesionales de la salud deberán comprender a la aplicación como una herramienta más para tratar al paciente sin perder en vista la sensibilidad y complejidad de tratar de datos médicos del mismo siendo este el dueño de su información. En situaciones de emergencias, donde el mismo no puede responder al interrogatorio médico, se podrá utilizar esta aplicación para resolver los principales interrogantes. Más aún, el uso de *Medic* podría suponer que la autonomía del paciente y sus voluntades anticipadas se respeten, aún así en situaciones en las que el mismo está en estado crítico y es incapaz de explicar estos aspectos ya que los mismos serían visualizados en la aplicación.

21. Beneficios y Fortalezas

A la hora de analizar los proyectos médicos dentro de la gestión clínica existe un término llamado *quadruple aim* [80] que busca analizar si estos cumplen el cuádruple objetivo de:

- Mejorar la experiencia de los pacientes.
- Reducir costes per cápita de la atención sanitaria.
- Mejorar la salud de las poblaciones.
- Mejorar la vida laboral del personal de salud.

Por lo tanto, se analiza el presente proyecto según los aspectos mencionados.

21.1. Punto de vista del paciente

La posibilidad de acceder a los datos clínicos relevantes permite darle una mejor atención al paciente, ayudando a mejorar su diagnóstico y evitando prácticas que pueden ser perjudiciales para su salud. Además, se evita tener que contar con la información de un tercero sobre los antecedentes del paciente, que puede llegar a ser errónea. Finalmente, se evitan confusiones con la identidad de la persona gracias a la validación que permite la aplicación, teniendo en cuenta que un error con respecto a la identificación del paciente puede confundir el diagnóstico y tratamiento del mismo.

21.2. Punto de vista económico

Se reducen los estudios y pruebas de laboratorio ya que al contarse con los datos del paciente de manera inmediata se evitarían estudios redundantes. Al utilizar servicios externos como el de ReNaPer, se eliminan los costos de implementar un sistema de validación nuevo. Teniendo en cuenta que el presente proyecto se basa en una estructura gubernamental, orientado al sector público, las consultas al SID no tendrían costo (para el sector privado se cobra por consulta). En paralelo, otro beneficio que trae asociado este aspecto es la sustentabilidad, contribuyendo con el medio ambiente evitando impresiones de resultados de estudios. Finalmente, es importante mencionar que se evitarían fraudes de identidad al utilizar biometría para la validación de esta según el *"Standard Guide for Properties of a Universal Healthcare Identifier (UHID)"* [81], suponiendo esto un beneficio para los proveedores de salud.

21.3. Punto de vista de resultados a nivel población

Se busca mejorar la experiencia del paciente para todas las personas, por eso se implementa en el sector público, evitando dejar personas fuera de este servicio. La implementación de este sistema mejora la salud de manera tal que evitaría errores. Además, esta aplicación podría ser usada para pacientes que, a pesar de que no se encuentren en una situación de emergencia, muchas veces no están al tanto de su historia clínica. Por lo tanto, el uso de la misma podría facilitar el trabajo del personal de salud y así también su diagnóstico considerando también una identificación del paciente más confiable.

Sin perder generalidad, un posible beneficio a futuro de la aplicación podría ser utilizar los datos de aquellos pacientes que ingresan al hospital en emergencias para establecer patrones de patologías entendiendo un contexto global.

21.4. Punto de vista del personal de salud

Es importante tener en cuenta al personal debido al constante agotamiento físico, mental y emocional que llevan los profesionales de la salud debido a las situaciones que afrontan día a día. El uso de esta aplicación quita presiones y responsabilidades a la hora de la validación de la identidad, evitando errores humanos en la identificación. Además, el contar con los datos de interés reduce el tiempo de diagnóstico, evita confusiones y quejas por parte del paciente, lo cual ayuda a mejorar la vida laboral del personal. Por otra parte, se puede considerar la satisfacción del profesional de la salud al acceder a datos que facilitan el diagnóstico del paciente.

22. Debilidades

22.1. Necesidad de identificación personal

En casos en que el paciente no cuente con una identificación personal, sería ideal pensar en una aplicación que permita únicamente acceder a datos clínicos relevantes con identificadores biométricos del paciente. Sin embargo, esto conlleva distintas barreras que aún son difíciles de superar que se describen a continuación:

- **Los datos médicos son muy sensibles:** En primer lugar, son parte de la intimidad de la persona por lo que hay una barrera muy grande en cuanto a la privacidad del paciente. Quien conoce estos datos, debe ser precavido para evitar su difusión. Además, se puede pensar a los datos médicos como un arma para interferir en la salud de un individuo. Es por esto que el consentimiento para que el personal de salud pueda acceder a ellos tan solo con un identificador biométrico, siendo esto algo tan propio y personal del individuo, podría generar una sensación de desprotección viendo el paciente su información expuesta.

- **Es difícil de implementar:** Pensar en un repositorio de datos con la información de todos los individuos conlleva una alta complejidad. Existen plataformas que utilizan esto, como por ejemplo, las instituciones financieras. Sin embargo, estas tienen clientes con población acotada. Se podría pensar que los datos financieros son igual de sensibles que datos médicos, pero hay una importante diferencia en la forma de acceso a los datos: en el caso del *"home banking"* lo realiza una persona consciente, sin estar en situación de vulnerabilidad. Por el contrario, el acceso directo a datos médicos con reconocimiento facial se daría en casos de inconsciencia. Algunos de los servicios que son utilizados para el acceso a plataformas únicamente con reconocimiento facial de sus usuarios son, por ejemplo, *"Facephi"*([82]) o bien *"Huaweii"*([83]). Sin embargo, estos servicios son costosos, por lo que considerando que la aplicación propuesta busca ser implementable en los establecimientos sanitarios públicos, una herramienta poco accesible queda totalmente descartada en esta situación. Finalmente, se necesita de un repositorio de datos para comparar y así validar la información, el cual debería ser muy complejo ya que no puede ser acotado porque podrían quedar pacientes fuera de consideración.

- **Falta de precisión:** Es importante recordar que el reconocimiento facial no garantiza una exactitud del 100 % ya que existe la posibilidad de falsos positivos. Si un paciente se reconoce como otro, esto puede generar confusiones que perjudiquen la salud del mismo. Por lo tanto, recaer en una sola herramienta sin la intervención humana, podría provocar el efecto contrario al deseado con la aplicación, que es el optimizar tiempos de diagnóstico. Se podría pensar también en utilizar otros identificadores biométricos tales como la huella dactilar (que conlleva el riesgo de contagio de una posible infección al estar en directo

contacto con un dispositivo) o el iris (que en caso de que el paciente no pueda abrir los ojos, esto no sería posible). Una opción interesante es la de incluir un código QR único para cada paciente y que se utilice en una pulsera para ser escaneado y así poder reconocer la identidad. Sin embargo, esto es nuevamente una herramienta externa a la persona.

Considerando estos aspectos, se concluye que es imprescindible el uso de la identificación personal en casos como estos.

22.2. Validación de la identidad de personas y distorsiones en su rostro

Al considerar un paciente que luego de un accidente haya sufrido una lesión en el rostro, se evalúa si la aplicación serviría o no para la validación de la identidad del mismo. Al tomarle una foto al paciente para validar su identidad con la del DNI, sus rasgos biométricos obtenidos se verían afectados por la lesión y por tanto la validación podría resultar poco confiable. En un estudio realizado en 2017 por P. Broack et al., se analizaron 106 personas y se simularon heridas leves, moderadas y severas teniendo en cuenta la distribución de heridas en la cara y su tamaño [84]. Se buscó identificar el rostro de un paciente entre un conjunto de fotos de diversas personas tomadas antes de esta simulación. El resultado arrojó que en total, la identificación del paciente fue correcta en el 40 % de los casos. En otro estudio realizado en 2019 por Jeon et al. se buscó validar la identidad de 32 pacientes en distintas instancias que se sometieron a cirugías [85]. Estas dejaron en algunos casos cicatrices o hinchazones en los rostros del paciente. De todas maneras, se obtuvo como resultado que la identidad de 31 pacientes fue correctamente validada, donde el paciente al que no se le pudo validar la identidad tenía la cara tapada. A pesar de que en los estudios mencionados se están utilizando otros softwares, se puede analizar que la especificidad de la validación se ve altamente mejorada cuando se compara el rostro del paciente con una única foto, aumentando la especificidad y sensibilidad del método, tal como sería la necesidad de ingresar antes de la utilización del reconocimiento facial el documento de identidad del paciente en *Medic*.

En cuanto a distorsiones en el rostro, que pueden generar por ejemplo parálisis faciales, la validación de la identidad tiene en cuenta distancias entre puntos, y verifica si esas distancias se cumplen o no en ambas fotos. El grado de distorsión de los rasgos biométricos que puede aceptar la validación, depende del grado de semejanza que exige la API del SID para considerar como aceptable esto. De todas maneras se destaca que este desafío no es propio de la implementación que se busca lograr. El bigote, barba u otras características que impliquen cambios en el rostro del paciente, afectan a cualquier método de reconocimiento facial. Si es importante destacar que la aplicación está dirigida a pacientes con edades mayores a 16 años considerando que los huesos faciales cambian hasta esa edad.

Finalmente se destaca que la validación de la identidad a partir de uso de *Medic* sería una herramienta más para el personal de salud, para que se tenga aún una mejor certeza del tratamiento y diagnóstico del paciente y a pesar de que podría no arrojar resultados favorables en casos en los que el paciente presente heridas severas, aún así representaría un beneficio para el personal de salud, pudiendo acceder a datos clínicos relevantes del mismo con la identificación del paciente. Además, la última decisión acerca de aceptar o no la identidad validada recaerá en el usuario. La aplicación entonces evita sugerir una total automatización del proceso de identificación de un paciente.

22.3. Información provista

Un aspecto fundamental a mencionar es que la aplicación se diseña bajo la premisa que la HCE es usada por los miembros de personal de salud, integrando la información médica del paciente y estructurándola de acuerdo a las secciones que hay en la misma. Sin embargo, hay que considerar que la HCE de un paciente no siempre está actualizada y, por lo tanto, los conceptos que la aplicación mostraría en estos casos tampoco. Además, la información puede estar presente pero de una manera no estructurada por lo que sería imposible recuperar estos conceptos. Sería interesante entonces reforzar la importancia del uso de la HCE y cómo el personal de salud que la utiliza debe estructurar la información para que el desempeño de la aplicación sea el esperado. En paralelo, otra de las limitaciones del proyecto que ya se ha mencionado, es que la HCE de CABA no cumple hoy con todos los requerimientos de interoperabilidad que demandaría este proyecto. Esto presenta una desventaja ya que la información presente en otras historias clínicas electrónicas debería integrarse con la HCE de CABA a fin de tener información centralizada para cada paciente y asegurarse que los datos en esta última sean los reales y correctos. Se destaca entonces la importancia de la interoperabilidad, y la necesidad de incorporar por ejemplo el federador de pacientes explicado en la sección 4.5. Esta desventaja de todas maneras, no es propia de la aplicación, sino que se extiende a todos los sistemas de información hospitalarios.

En línea con este aspecto, hay que mencionar también que la información que se devolverá ha sido seleccionada de acuerdo a la literatura leída y a las distintas entrevistas realizadas con personal de salud. Esta información por lo tanto está acotada y podría ser que un paciente disponga de una condición clínica que no ha sido consultada por la aplicación. De todas maneras, se espera que con el uso de la misma en los centros de salud y hospitales, se puedan ajustar estos conceptos. Tener presente también que el alcance de la aplicación está acotada a un escenario en particular y toda la información obtenida por la misma está en la HCE. Entonces, en caso que se desee un análisis más detallado de la información, el personal de salud deberá consultar la HCE directamente.

23. Coronavirus

El presente proyecto se desarrolló principalmente en el contexto de la pandemia del Covid19. Es interesante evaluar el impacto de la situación en el proyecto, sopesando el hecho de que la aplicación está pensada para el uso de establecimientos sanitarios públicos.

Por un lado, esto implicó un desafío ya que se debió trabajar de forma virtual, al mismo tiempo que hubo que coordinar entrevistas para informarse del tema con profesionales vía mail. Principalmente, coordinar entrevistas con personal de la salud fue lo más complejo. Hubiese sido interesante poder visitar el área de emergencias para entender de forma presencial cómo es la gestión del ingreso de pacientes en los hospitales y ver cómo trabajan con el mismo e incorporan el uso de la HCE. De esta forma se podría entender más el contexto de implementación. También, el hecho de que el personal de salud esté en estos tiempos tan ocupado con la pandemia limitó la cantidad de respuestas de las encuestas.

Por otro lado, la situación permitió resaltar la importancia del uso de la aplicación en los establecimientos sanitarios. En primer lugar, al tratarse de una aplicación en un dispositivo móvil, se evitaría que el personal de salud compartiera computadoras con otros profesionales evitando posibles fuentes de contagio. En segundo lugar, si se considera que la aplicación se puede usar no solo cuando un paciente se encuentra en una situación de salud vulnerable, se podría verificar la identidad del paciente a larga distancia sin la necesidad de contacto; evitando por ejemplo firmas en actas. Esto, nuevamente evita posibles fuentes de contagio. En tercer lugar,

considerando que el personal de salud está agobiado por esta situación, una aplicación que optimice y agilice su trabajo es altamente deseable. Esto se ve reflejado en las respuestas a las encuestas (ver figuras 63 y 61) respecto a la pregunta "Debido a la pandemia, ¿estás más dispuesto/a a utilizar las herramientas para agilizar tu trabajo y evitar contacto con el paciente?", donde el 77,6 % de los encuestados respondieron que están dispuestos. Se cree firmemente que esta herramienta ayudaría en estos tiempos al personal de salud. De la misma manera, esta situación es favorable para los pacientes, quienes desean permanecer durante el menor tiempo posible en el establecimiento sanitario y, más aún, en la sección de la guardia para evitar posibles contagios con otros pacientes. Esto se ve reflejado en la respuesta a la pregunta de "Debido a la pandemia, estás más dispuesto a utilizar herramientas para disminuir tu tiempo en el hospital y mejorar tu servicio?" (ver figura 58) donde el 93,3 % de los encuestados han respondido que sí. De esta manera se ve que en la ya conocida "nueva normalidad" la sociedad acepta nuevas herramientas con mayor facilidad que antes con tal de mejorar su experiencia de paciente en los establecimientos sanitarios. Tal como se vio reflejado para el resto de las preguntas discutidas previamente, quienes presentan una mayor resistencia al cambio es la gente mayor. Finalmente, durante la pandemia, sería esencial que la información médica esté igualmente accesible para todo el personal que realice tareas de guardia, reduciendo la necesidad de circular por el establecimiento consultando información de pacientes.

En conclusión, en lo que respecta al proyecto, la situación actual tuvo un impacto positivo, ya que permitió enfocarse y estudiar lo enriquecedor de las ventajas que tiene la aplicación.

23.1. Utilización del barbijo y reconocimiento facial

La utilización del barbijo dificulta los sistemas de reconocimiento facial. De acuerdo a un estudio del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) en donde se probaron 89 algoritmos distintos de reconocimiento facial, se encontraron tasas de error de entre 5 y 50 % al añadirse un barbijo al rostro que se buscaba reconocer [86], donde los algoritmos más sofisticados fallaban el 5 % de las veces y, varios de estos, llegaron a tener una tasa de error de entre el 20 y 50 %, siendo la tasa de error habitualmente (cuando no se utilizan los barbijos) del 0,3 %.

Es importante entonces que, a la hora de utilizar la aplicación se retire el barbijo del paciente para validar su identidad.

Sin embargo, es interesante mencionar que a partir de la utilización obligatoria del barbijo en las calles de varias ciudades, las compañías comenzaron a adaptar las tecnologías de reconocimiento facial de manera tal que se pueda reconocer al rostro utilizando solamente la información disponible en el área que rodea los ojos. Por lo tanto, si el ReNaPer adapta su servicio de reconocimiento facial, esto quedaría cubierto.

24. Propuestas a Futuro

- Evaluar el desempeño de la aplicación dentro de un hospital.
- Evaluar la arquitectura de la aplicación construyendo y desplegando lo diseñado.
- Evaluar la arquitectura de la aplicación con la Red Nacional de Salud Digital.

Parte VI

Conclusión

El presente proyecto final de grado, cumple con los objetivos propuestos de diseñar una aplicación para ser utilizada en los hospitales y centros de salud de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires cuando un paciente inconsciente ingresa al servicio de emergencias incapaz de responder al interrogatorio médico. El análisis llevado a cabo establece un cimiento sobre el cual será posible desarrollar la aplicación real en un futuro.

A lo largo del proyecto, se muestra la factibilidad de proporcionar una aplicación que no sólo ayude a la identificación de un paciente inconsciente, sino que también optimice su atención en estas condiciones. Esto se da gracias a la integración del SID y de la HCE de CABA bajo un sistema que permite el ingreso del DNI del paciente para identificarlo, la toma de una fotografía de su rostro para validar su identidad y la visualización de los datos clínicos relevantes del paciente. Del mismo modo, es una herramienta apropiada para situaciones de emergencia considerando que la validación de la identidad del paciente con reconocimiento facial es un método no intrusivo. Sin perder generalidad, se espera que, al haber diseñado un sistema de acuerdo a los estándares de interoperabilidad, este sea fácilmente integrable con los otros sistemas de información hospitalarios, permitiendo al personal de salud conocer con carácter previo al tratamiento del paciente sus datos clínicos relevantes presentes en la HCE de CABA.

Considerando a los participantes involucrados con la aplicación, se observan, a partir de la realización de encuestas, resultados de aceptación en su mayoría tanto por el personal de salud como por la población en general, entendiendo que el sistema sanitario actual estaría preparado para la implementación de la aplicación teniendo en cuenta aspectos de privacidad de los datos personales y tecnológicos. En línea con los resultados arrojados por las encuestas, se realiza además el diseño de la interfaz de la aplicación considerando todos los aspectos que el personal de salud cree relevantes para una herramienta tecnológica para su trabajo. Más aún, se evalúa la experiencia de usuario con profesionales de la salud para verificar que el diseño sea apropiado y sea una herramienta útil para ser usada en emergencias, midiendo un tiempo promedio de uso de la aplicación de aproximadamente 3 minutos, el cual se califica como un resultado favorable.

A pesar que de no poder haber estado dentro de un hospital o centro de salud observando la dinámica del servicio de emergencias debido a la situación de pandemia bajo la que se desarrolló el proyecto, se destacan los resultados favorables obtenidos en las encuestas y en las pruebas para la experiencia de usuario.

Se concluye entonces que la aplicación podría contribuir a los sistemas de información hospitalarios, esperando que la implementación de la misma genere un impacto positivo en el sistema de salud contribuyendo a la productividad del personal de salud optimizando la atención del paciente en situación de emergencia. A futuro se espera también que con uso de la aplicación se obtengan otros beneficios dentro del ámbito sanitario tal como la optimización de los recursos y la disminución de fraudes. Prestando especial atención a la situación actual de pandemia, una herramienta de esta índole podría reducir los contagios teniendo en cuenta que no se necesitaría contacto con el paciente para el acceso a sus datos médicos y se podría minimizar también la cantidad de dispositivos compartidos para consultar información del paciente en cuestión.

Referencias

[1] buildFire. *Mobile App Download and Usage Statistics (2020).* URL: https://buildfire.com/app-statistics/.

[2] Sumant Ugalmugle y Rupali Swain. *Digital Health Market Share Trends 2020-2026 Growth Report.* Global Market Insights. 2020.

[3] Statista. *Global biometric technologies market revenue.* URL: https://www.statista.com/statistics/1048705/worldwide-biometrics-market-revenue/.

[4] Statista. *Biometric technologies - Statistics Facts.* URL: https://www.statista.com/topics/4989/biometric-technologies/.

[5] Luciana Rubin y Damian Borbolla. *Sistemas de Soporte para la Toma de decisiones.* Hospital Italiano de Buenos Aires, 2018.

[6] Daniel Luna. *Interoperabilidad para principiantes.* Banco Interamericano de Desarrollo. 2019.

[7] Roger S. Pressman. *Ingeniería del software - Un enfoque práctico.* Mc Graw Hill, 2010.

[8] UML. *Introduction - What is UML?* URL: https://www.uml.org/index.htm.

[9] Salud Madrid. *Norma de alertas en la historia clínica electrónica para la comunidad de Madrid.* Servicio Madrileño de Salud - Dirección General de Sistemas de Información Sanitaria. 2011.

[10] Presidencia de la Nación Ministerio de salud. *Análisis de situación de salud República Argentina - Edición 2018.* URL: http://www.msal.gob.ar/images/stories/bes/graficos/0000001392cnt-Anlisis%5C%20de%5C%20situacin%5C%20de%5C%20salud%5C%20-%5C%20Repblica%5C%20Argentina%5C%20-%5C%20ASIS%20%5C%202018.pdf.

[11] Legislatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. *Ley153/1999 LEY BASICA DE SALUD DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES.* URL: https://www.buenosaires.gob.ar/sites/gcaba/files/ley_basica_de_salud__153.pdf.

[12] GCBA Ministerio de salud. *Establecimientos - Hospitales y Centros de Salud.* URL: https://www.buenosaires.gob.ar/salud/establecimientos.

[13] Ministerio de Salud Argentina. *Recomendaciones para la implementación de triage.* 2020.

[14] Secretaria de Salud - Gobierno de CABA. *Normas de atención médica del SAME.* 2003.

[15] Fabián Vitolo. *Identificación de pacientes.* NOBLE S.A. 2011.

[16] Soloman I. Appavu. *Analysis of unique patient identifier options - Final report.* Department of Health y Human Services. 1997.

[17] Alejandro Lopez Osornio y Daniel Rizzato Lede. *Guía de Identificación Unívoca de Personas en Salud.* Secretaría de gobierno de salud. 2019.

[18] Ponemon Institute. *National Patient Misidentification Report.* Inf. téc. Ponemon Institute, 2016.

[19] Dick RS y Steen EB. *The computer-based patient record: an essential technology for health care.* Institute of Medicine. 1991.

[20] *IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology.* Institute of Electrical y Electronic Engineers.

[21] *HIMSS Dictionary of Healthcare Information Technology Terms, Acronyms and Organizations*. Healthcare Information y Management System Society.

[22] Lopez Osornio A. y col. *Codificación múltiple de una lista de problemas utilizando la CIAP-2, CIE-10 y SNOMED CT*. 2004.

[23] LOINC. *LOINC from Regenstrief*. URL: https://loinc.org.

[24] FHIR HL7. *Value Sets Defined in FHIR*. URL: https://www.hl7.org/fhir/terminologies-valuesets.html.

[25] HL7. *FHIR v4.0.1*. URL: http://hl7.org/fhir/.

[26] FHIR. *RESTful API*. URL: https://www.hl7.org/fhir/http.html.

[27] HAPI FHIR. *A Free and Open Source Global Good*. URL: https://hapifhir.io.

[28] Haugen, M.B.A. Tegen y D. Warner. "Fundamentals of the Legal Health Record and Designated Record Set". En: *Journal Of AHIMA* 82.2 (2011).

[29] G.A. Loomis. "If Electronic Medical Records Are So Great, Why Aren't Family Physicians Using them?" En: *The Journal of family practice* 51.7 (2002).

[30] Sittig DF y Singh H. "A New Socio-technical Model for Studying Health Information Technology in Complex Adaptive Healthcare Systems". En: *Qual Saf Health Care* (2010).

[31] Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. *Historia Clínica Electrónica en todos los centros de salud*. URL: https://www.buenosaires.gob.ar/compromisos/historia-clinica-electronica-en-todos-los-centros-de-salud.

[32] Legislatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. *Ley 5.669/16 - Ley de Historia Clínica Electroónica. Creación del sistema integrador de historias clíncias electrónicas y el registro de historias clínicas elecrónicas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires*. URL: http://www2.cedom.gob.ar/es/legislacion/normas/leyes/ley5669.html.

[33] Red Nacional de Salud Digital. *Desarrollando sistemas de Información en Salud Integrados*. Dirección Nacional de Gobernanza e Integración de los Sistemas de Salud. 2019.

[34] G. Eysenbach. "What is e-health?" En: *Journal of Medical Internet Research* (2001).

[35] SID. *SID - Sistema de Identidad Digital*. URL: https://www.argentina.gob.ar/interior/renaper/sid-sistema-de-identidad-digital.

[36] Honorable Congreso de la Nación Argentina. *Ley 17.671/2009 decreto 1501/09 Autorízase la utilización de tecnologías digitales en la identificación de los ciudadanos nacionales y extranjeros como así también en la emisión del Documento Nacional de Identidad*. URL: http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/155000-159999/159070/norma.htm.

[37] Jorge González. *Sebastián Stranieri, CEO de VU Security: "El Sistema de Identidad Digital impactará positivamente en la sociedad"*. URL: https://www.ciberseguridadlatam.com/2018/07/16/sebastian-stranieri-ceo-de-vu-security-el-sistema-de-identidad-digital-impactara-positivamente-en-la-sociedad/.

[38] SID. *SID - Sistema de Identidad Digital - Paquetes de servicios*. URL: https://www.argentina.gob.ar/sid/modalidades-y-productos/paquete1.

[39] Dirección General de Integración de Sistemas - GO de Arquitectura. *Renaper Personas Api*. URL: https://anypoint.mulesoft.com/exchange/portals/api-gcba/083c0681-d272-40f7-b1ff-90dd5952a0de/personas/.

[40] *Biometrics in Healthcare: Improved safety and privacy for patients*. Aware. 2020.

[41] Byoungjun Jeon y col. "A Facial Recognition Mobile App for Patient Safety and Biometric Identification: Design, Development, and Validation". En: *Journal of Medical Internet Research* (2019).

[42] RightPatient. *RigthPatient Case Studies*. URL: https://www.rightpatient.com/case-studies/.

[43] *Biometrics in Healthcare*. Biometric Update. 2018.

[44] Ian Sommerville. *Ingeniería del software*. Pearson, 2005.

[45] ISO/IEC 9126. *Calidad Interna y Externa - Funcionalidad*. URL: https://diplomadogestioncalidadsoftware2015.wordpress.com/norma-iso-9126/calidad-interna-y-externa/funcionalidad.

[46] Luis Blázquez Pérez. "Reconocimiento Facial Basado en Puntos Característicos de la Cara en entornos no controlados". En: *Universidad Autónoma de Madrid* (2013).

[47] Microsoft. *Datos no relacionales y NoSQL*. URL: https://docs.microsoft.com/es-es/azure/architecture/data-guide/big-data/non-relational-data.

[48] Google Sites. *Tipos de datos en SQL Server*. URL: https://sites.google.com/site/basdededatosrelacionales/home/contenido/tipos-de-datos-en-sql-server.

[49] Developer Mozilla. *Uso de geolocalización*. URL: https://developer.mozilla.org/es/docs/WebAPI/Using_geolocation.

[50] Google Maps. *Introducir las coordenadas para encontrar un sitio*. URL: https://support.google.com/maps/answer/18539?co=GENIE.Platform%5C%3DDesktop&hl=es.

[51] Javier Carnicero y Andrés Fernández. *Manual de Salud Electrónica para Directivos de Servicios y Sistemas de Salud*. Sociedad Española de Informática de la Salud (SEIS) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe. 2012.

[52] *Propuesta de Definición y Contenidos del Arquetipo: Alertas*. Innova Salud. 2008.

[53] Dr. Ginés González García. "Núcleo Socio Procutivo Estratégico Enfermedades infectocontagiosas". En: *Ministerio de Salud* (2012).

[54] Ministerio de Salud - Presidencia de la Nación. "Manual de normas y procedimientos de Vigilancia y Control de Enfermedades de Notificación Obligatoria". En: *Revisión nacional* (2007).

[55] *Antibiotic choices common infections*. BPAC NZ. 2016.

[56] Honorable Congreso de la Nación Argentina. *Ley 25.326/2000 Protección de los Datos Personales*. URL: https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-25326-64790/texto.

[57] Legislatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. *Ley 1.845/2005 Ley de Protección de Datos Personales*. URL: http://www2.cedom.gob.ar/es/legislacion/normas/leyes/ley1845.html.

[58] Honorable Congreso de la Nación Argentina. *Ley 26.529/2009 Derechos del Paciente en su Relación con los Profesionales e Instituciones de la Salud*. URL: http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/160000-164999/160432/texact.htm.

[59] Honorable Congreso de la Nación Argentina. *Ley 17.132/1967 Reglas para el ejercicio de la medicina, odontología y actividad de colaboración de las mismas*. URL: http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/15000-19999/19429/norma.htm.

[60] María del Rosario Moreno. *Datos médicos e historia clínica. Secreto médico. Confidencialidad*. URL: http://www.salud.gob.ar/dels/entradas/datos-medicos-e-historia-clinica-secreto-medico-confidencialidad.

[61] Sánchez-Henarejos A y col. *Guía de buenas prácticas de seguridad informática en el tratamiento de datos de salud para el personal sanitario en atención primaria*. El Sevier, 2014.

[62] Terrel W.Herzig. *Information Security in Healthcare: Managing Risk (HIMSS Book Series)*. R, 2010.

[63] HHS. *Health Information Privacy*. URL: https://www.hhs.gov/hipaa/index.html.

[64] HIPAA Journal. *What is the HITECH Act*. URL: https://www.hipaajournal.com/what-is-the-hitech-act/.

[65] Kruse CS y col. "Security Techniques for the Electronic Health Records". En: *J Med Syst* (2017).

[66] Adrián Gómez y col. "Implementación de Arquitectura Orientada a Servicios (SOA) en un proyecto de E-Salud". En: *INFOLAC2008 - AAIM* (2008).

[67] Secure Socket Layer. *Guía para TLS cumplimiento de normas*. URL: https://www.ssl.com/es.

[68] Fernando Plazzotta, Daniel Luna y Fernán González Bernaldo de Quirós. "Sistemas de Información en Salud: Integrando datos clínicos en diferentes escenarios y usuarios". En: *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica* (2015).

[69] J Nielsen. *Usability 101: Introduction to Usability*. URL: https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/.

[70] Morville y Rosenfeld. *Information Architecture for the World Wide Web*. O'Reilly, 1998.

[71] William Brown. "Assessment of the Health IT Usability Evaluation Model (Health-ITUEM) for Evaluating Mobile Health (mHealth) Technology". En: *Journal of Biomedical Informatics* (2013).

[72] Riley RT Lorenzi NM. "Managing Change: an overview". En: *J Am Med Inform Assoc* (2000).

[73] Marvel. *The Design Platform for Digital Products*. URL: https://marvelapp.com.

[74] Coolors. *The super fast color schemes generator*. URL: https://coolors.co.

[75] NGordon. "Colour blindness". En: *Elsevier* (1998).

[76] Google Fonts. *Lato*. URL: https://fonts.google.com/specimen/Lato#standard-styles.

[77] Microsoft. *Estilo de arquitectura de microservicios*. URL: https://docs.microsoft.com/es-es/azure/architecture/guide/architecture-styles/microservices.

[78] Google. *Data Studio*. URL: https://datastudio.google.com/u/0/navigation/reporting.

[79] *Código de Ética*. Confederación Médica de la República Argentina. 2018.

[80] Bodenheimer T y Sinsky C. "From triple to quadruple aim: care of the patient requires care of the provider." En: *Ann Fam Med.* (2014).

[81] ASTM E1714 - 07(2013). *Standard Guide for Properties of a Universal Healthcare Identifier (UHID)*. URL: https://www.astm.org/Standards/E1714.htm.

[82] Facephi. *Beyond Biometrics*. URL: https://www.facephi.com/es/.

[83] Huawei. *Face Recognition Service*. URL: https://www.huaweicloud.com/en-us/product/face.html.

[84] John Broach y col. "Use of Facial Recognition Software to Identify Disaster Victims With Facial Injuries". En: *Disaster Medicine and Public Health Preparedness* (2017).

[85] Jeon B y Jee S. "A Facial Recognition Mobile App for Patient Safety and Biometric Identification: Design, Development, and Validation." En: *JMIR Mhealth Uhealth* (2019).

[86] NIST. *NIST Launches Studies into Masks' Effect on Face Recognition Software*. URL: https://www.nist.gov/news-events/news/2020/07/nist-launches-studies-masks-effect-face-recognition-software.

[87] IEEE Std. 830-1998. *Especificación de Requisitos según el estándar de IEEE 830*. The International Energy Agency. 2018.

[88] Lucidchart. *Lucidchart - Diagramas UML*. URL: https://www.lucidchart.com/pages/es.

[89] Microsoft. *Datos relacionales*. URL: https://docs.microsoft.com/es-es/azure/architecture/data-guide/relational-data/data-warehousing.

[90] Microsoft. *Información general de ASP.NET Core MVC*. URL: https://docs.microsoft.com/es-es/aspnet/core/mvc/overview?view=aspnetcore-3.1.

[91] W3. *Service Oriented Architecture Standards*. URL: https://www.w3.org/2007/01/wos-papers/boeing.

[92] Microservices. *What are microservices?* URL: https://microservices.io.

[93] W3. *Web Services Architecture*. URL: https://www.w3.org/TR/ws-arch/#id2260892.

[94] B. Krishnamurthy y J. Rexford. "Web protocols and practice: HTTP/1.1, networking proto- cols, caching, and traffic measurement." En: *Boston: Addison-Wesley* (2001).

[95] What is REST. *REST API tutorial*. URL: https://restfulapi.net.

[96] Design Thinking. *Qué es el Desing Thinking?* URL: http://www.designthinking.es/inicio/.

[97] FHIR HL7. *Resource Patient - Content*. URL: https://www.hl7.org/fhir/patient.html.

[98] FHIR HL7. *Resource AllergyIntolerance - Content*. URL: https://www.hl7.org/fhir/allergyintolerance.html.

[99] FHIR HL7. *Resource Condition - Content*. URL: https://www.hl7.org/fhir/condition.html.

[100] FHIR HL7. *Resource Procedure - Content*. URL: https://www.hl7.org/fhir/procedure.html.

[101] FHIR HL7. *Resource Observation - Content*. URL: https://www.hl7.org/fhir/observation.html.

[102] FHIR HL7. *Resource Device - Content*. URL: https://www.hl7.org/fhir/device.html.

[103] FHIR HL7. *Resource Consent - Content*. URL: https://www.hl7.org/fhir/consent.html.

[104] FHIR HL7. *Resource Medication - Content*. URL: https://www.hl7.org/fhir/medication.html.

Anexo

A. Marco Teórico

En esta sección se describen los conceptos tecnológicos, técnicos y teóricos requeridos para el entendimiento y análisis del presente proyecto. Desde la perspectiva de la bioingeniería, es fundamental estudiar estos conceptos aplicados al desarrollo de un proyecto de software y la ingeniería de sistemas.

A.1. Definición de software

El software, es tanto un conjunto de instrucciones (programas de cómputo) que cuando se ejecutan proporcionan las características, funciones y desempeño buscados, así como un conjunto de estructuras de datos que permiten que los programas manipulen en forma adecuada la información descriptiva en papel y en formas virtuales que describen la operación y uso de los programas [7]. En el caso del presente proyecto, se recorren las estructuras necesarias para describir a la aplicación y finalmente para presentarla de forma visual. Para esto, primero es necesario modelar los requerimientos para luego refinarlos hacia la arquitectura.

A.2. Modelado de requerimientos

Según el IEEE de acuerdo a la norma 830 [87], los requerimientos son definidos como *"Una condición o necesidad de un usuario para resolver un problema o alcanzar un objetivo"* y *"Una condición o capacidad que debe estar presente en un sistema o componentes de sistema para satisfacer un contrato, estándar, especificación u otro documento forma"*. Es decir, que su tarea principal consiste en la generación de especificaciones correctas que describan con claridad y en forma consistente y compacta las necesidades de los usuarios finales a fin de fijar la orientación que tomará el software. Dentro de los tipos de requerimientos se pueden encontrar los siguientes:

- **Requerimientos funcionales**: Son declaraciones de los servicios que debe proporcionar el sistema, de la manera en que éste debe reaccionar a entradas particulares y de cómo se debe comportar en ciertas situaciones. Cada requerimiento funcional esta asociado con una funcionalidad.
- **Requerimientos no funcionales:** Son restricciones de los servicios o funciones ofrecidas por el sistema que emergen de este. Aquí entran en juego los atributos de calidad, que representan el objetivo de un diseño de software estableciendo restricciones a la hora del diseño de la aplicación definiendo totalmente a los requisitos no funcionales. No todo atributo de la calidad se pondera por igual al diseñar software. Esto depende del alcance y el objetivo del mismo.

El conjunto de tareas y técnicas que llevan a entender los requerimientos se denomina **ingeniería de requerimientos** y permite modelarlos, obteniendo la definición de lo que se quiere realizar (teniendo en cuenta que los requerimientos pueden ser comunicados por el cliente que solicita un software o bien por la propia empresa que diseña el mismo para después venderlo), establecer una base para la creación de un diseño de software y definir un conjunto de requerimientos que puedan validarse una vez construido este. Para lograr esto, se utilizan diferentes modelos que se describen basándose en el libro de Ingeniería de Software de Presman [7]. Para la elaboración de diagramas se utiliza la plataforma *Lucidchart* [88], que permite importar la notación utilizada en UML (estudiada en [8]) y trabajar en tiempo real compartiendo los trabajos.

A.2.1. Modelado basados en escenario

A.2.1.1 Modelado de caso de uso

Un caso de uso es una técnica para la captura de requisitos potenciales de la aplicación. Así, se desglosan los distintos escenarios dentro de los que se usa la aplicación especificando el comportamiento de la misma ante la interacción con el usuario. El diagrama de caso de uso preliminar está compuesto por los actores y los casos de uso explícitamente, donde se puede ver la delimitación del sistema con un recuadro. Consta de la siguiente notación:

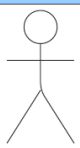
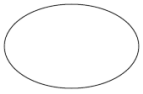
Notación	Referencia	Descripción
	Actor	Cualquier cosa que se comunique con el sistema o producto y que sea externo a este
	Símbolo de Proceso	Refiere a los escenarios ante los que se encuentran los actores
	Asociación	Indica la relación entre un caso de uso y el actor
<<Incluye>>	Inclusión	Denota la inclusión de un comportamiento en otro caso de uso como parte de su propio comportamiento
<<Extiende>>	Extensión	Denota la extensión de un caso de uno a nuevos casos de uso ampliando su comportamiento

Figura 65: Notación para casos de uso

A.2.1.2 Plantilla de caso de uso

Una plantilla de caso de uso da un enfoque más formal al diagrama mencionado anteriormente, incluyendo ciertos conceptos que permiten entender la situación.

- **Objetivo en contexto:** Identifica el alcance general del caso de uso.
- **Precondición**: Describe lo que se sabe que es verdadero antes de que inicie el caso de uso.
- **Disparador**: Identifica el evento o condición que hace que comience el caso de uso.
- **Escenario**: Lista las acciones específicas que requiere el actor y las respuestas apropiadas del sistema.
- **Excepciones**: Identifican las situaciones detectadas cuando se mejora el caso de uso preliminar, dando lugar a nuevos casos de uso o bien se pueda destacar una interrupción en el flujo descrito en el escenario.
- **Requerimientos funcionales asociados.**

A.2.2. Modelado de comportamiento

A.2.2.1 Diagrama de canal

Es un diagrama de actividad en el que se distingue en cada carril qué entidad del sistema maneja cada actividad en la aplicación mostrando su flujo y lógica. Se pueden distinguir los distintos símbolos presentados a continuación :

Notación	Referencia	Descripción
	Inicio	Representa el inicio de un proceso o flujo de trabajo en un diagrama de actividades
	Proceso	Indica las actividades que componen un proceso modelado
	Decisión	Representa una decisión y siempre tiene, al menos, dos caminos que se separan con un texto de condición para permitir que los usuarios vean las opciones.
	Conector	Muestra el flujo direccional o el flujo de control de la actividad
	Final del Flujo	Representa el final de un flujo de proceso específico

Figura 66: Notación para diagramas de canal

A.2.3. Modelos de flujo

En esta instancia se modelan los datos. Es por ello que primero se mencionan aspectos de bases de datos para luego pasar a entender los diagramas.

A.2.3.1 Bases de datos relacionales

Una base de datos relacional almacena y proporciona acceso a puntos de datos relacionados entre sí, organizando los mismos en tablas. Las estructuras lógicas de datos y sus operaciones están separadas de las estructuras y operaciones físicas de almacenamiento. Esto significa que se puede modificar el almacenamiento físico de los datos, como por ejemplo cómo acceder a los mismos, sin afectar su acceso como una estructura lógica. Se caracterizan por la atomicidad, consistencia, aislamiento y durabilidad. Para consultar, manipular, definir y controlar los datos se utiliza una interfaz estándar de programa de usuario y aplicación a las bases de datos relacionales: el lenguaje de consulta estructurado (SQL, por sus siglas en inglés de *Structured Query Language*) [89].

A.2.3.2 Bases de datos no relacionales

Una base de datos no relacional usa un modelo de almacenamiento que está optimizado para los requisitos específicos del tipo de datos que se almacena. Utiliza normalmente documentos que no usan el esquema tabular

de filas y columnas que se encuentran en las bases de datos relacionales. Principalmente se emplean cuando no hay un esquema exacto de lo que se va a almacenar [47].

A.2.3.3 Diagrama de entidad relación

El diagrama de entidad-relación (DER) fue propuesto para diseñar sistemas de bases de datos relacionales. Permite visualizar todos los datos que se introducen, almacenan, transforman y generan dentro de una aplicación. Está formado por entidades, personas, objetos, conceptos o eventos que tienen datos almacenados y atributos que usan para nombrar una instancia del objeto, describirla o hacer referencia a otra instancia en otra tabla.

Para categorizar atributos, se designan claves o llaves que también permiten vincular distintas entidades de una manera eficiente. Al atributo principal de una entidad que se lo puede identificar de forma exclusiva e inalterable se lo llama *primary key* (llave primaria) a la que se la identifica como "pk", mientras que al atributo que referencia una tabla a otra se lo llama *foreign key* (llave foránea) a la que se la identifica como "fg", asociándose con una llave primaria en otra tabla.

A su vez, es importante determinar la cardinalidad y la ordinalidad entre las entidades para establecer la relación entre ellas. La cardinalidad se refiere al número máximo de veces que una instancia en una entidad se puede relacionar con otras de otra entidad. Por otra parte, la ordinalidad es el número mínimo de veces que una instancia en una entidad se puede asociar con otra en la entidad relacionada. A continuación se puede observar la notación escogida para la cardinalidad, destacando que se utiliza una notación tipo "pata de gallo" ya que se considera la más intuitiva:

Notación	Referencia	Descripción
	Una y Solo Una	Define que un único registro de la tabla debe estar relacionado con un único registro de la tabla relacionada
	Una y Muchas	Define que un registro dado de una tabla debe estar vinculada a uno o muchos registros de otra tabla
	Ninguna o Muchas	Define que un registro dado de una tabla puede estar relacionada o no a muchos registros de otra tabla

Figura 67: Notación para diagrama de entidad relación

Estas etiquetas se ubican en ambos extremos de la línea de relación de las entidades, mostrando la cardinalidad y ordinalidad de y hacia cada una.

A.2.4. Modelos de clase

Son un tipo de diagrama de estructura porque describen lo que debe estar presente en el sistema que se está modelando a partir de objetos. Un objeto está compuesto por tres partes:

- **Clase**: Se encuentran en la sección superior del objeto. Permiten representar entidades o conceptos.
- **Atributos**: Se encuentran en la sección media del objeto. Definen la clase a través de cualidades.
- **Operaciones**: Se encuentran en la sección inferior del objeto. Definen el comportamiento del mismo, definiendo los métodos de la clase.

La información brindada por el diagrama de clases es la siguiente:

- **Visibilidad**: Presenta el nivel de acceso de los miembros de la clase clasificando a las operaciones de la misma principalmente en:
  - Público (+): Otra clase o subclase puede acceder a un atributo o a un método de la clase en cuestión.
  - Privado (-): Ninguna otra clase o subclase puede acceder a un atributo o a un método de la clase en cuestión.
- **Relación**: Caracteriza a los objetos en conjunto. Pueden darse las siguientes formas de relación entre clases según la figura:

Notación	Referencia	Descripción
	Herencia	El proceso en el que una subclase o clase derivada recibe la funcionalidad de una superclase o clase principal
	Agregación	Tipo parte-todo o parte-de
	Composición	Cuando un objeto derivado no podría existir sin su objeto principal
	Asociación	No hay dependencia entre las clases

Figura 68: Notación para diagrama de clases

- **Multiplicidad**: Permite definir las recepciones numéricas en las relaciones entre clases. Se utiliza:
  - **0..1:** Cero a uno (opcional).
  - **n:** Cantidad específica.
  - **0..*:** Cero a muchos.
  - **1..*:** Uno a muchos.

A.3. Modelado del diseño

Cada uno de los requerimientos proporciona la información necesaria para el modelado del diseño, con un menor nivel de abstracción. En esencial, el modelado del diseño se enfoca en el diseño de la arquitectura, definiendo la relación entre los distintos elementos del software independientes presentes en *Medic* entendiendo cómo trabajan estos en conjunto para proveer de un producto de software final. Estas representaciones permiten:

- Establecer la comunicación entre todas las partes (participantes) interesadas en el desarrollo de un sistema.
- Resaltar las primeras decisiones que tendrán un efecto profundo en todo el trabajo de ingeniería de software siguiente (es decir la construcción del código que no se lleva a cabo en el presente proyecto) y, también importante, en el éxito del sistema como entidad operacional [7].

A.3.1. Estilo arquitectónico

Los estilos arquitectónicos describen los componentes, los conectores entre ellos que permiten su comunicación, coordinación y cooperación, sus restricciones que definen cómo se integran en el sistema y los modelos semánticos para entender las propiedades generales del mismo. La utilidad de usar un estilo es que se puede tratar con propiedades conocidas. En cuanto a la organización de los datos y su control, los siguientes estilos son los que se estudian y se evalúan a fin de determinar cuál se adapta a *Medic*:

A.3.1.1 Arquitectura orientada a objetos

La comunicación y coordinación entre los componentes se consigue mediante transmisión de mensajes.

A.3.1.2 Arquitectura en capas

A partir de definir cierto número de capas, cada una será la encargada de ejecutar operaciones y progresivamente se ejecutará una instrucción. En las capas externas o de usuario los componentes reciben las instrucciones de la interfaz de usuario, las intermedias o de negocios e instrucciones que rigen el funcionamiento de la aplicación y proveen los servicios y finalmente las internas o de datos responden a las peticiones con el sistema operativo almacenando en esta la información.

A.3.1.3 Arquitectura de llamar y regresar

Un programa principal invoca a cierto número de componentes de un programa y estos, a su vez, invocan a otros.

A.3.1.4 Arquitectura cliente - servidor

El sistema se organiza como un conjunto de servicios y servidores asociados y clientes que acceden y usan los servicios interoperando con internet. Estos servicios intercambian información estructurada con formato XML únicamente mediante el protocolo de petición - respuesta SOAP. Esto puede implicar un problema de rendimientos ya que existe la posibilidad de que no haya un modelo de datos único compartido entre los servidores. Entonces se deberían realizar cambios en los servidores para lograr la integración entre servicios.

A.3.1.5 Arquitectura modelo-vista-controlador

En este estilo arquitectónico se separan los datos de una aplicación, la interfaz de usuario, y la lógica de control en tres componentes distintos: Modelo, Vista y Controlador. De esta manera se consigue tener bloques funcionales con papeles bien diferenciados y con interfaces de conexión entre estas partes claras y definidas y, con ello, lograr un código modular y sencillo de mantener. En la figura 69 se puede observar la arquitectura del patrón MVC. La vista es la encargada de la presentación del sistema con el usuario, es decir es la interfaz de usuario que le va a presentar el contenido al mismo. El modelo va a acceder a la capa de almacenamiento de datos, va a definir las reglas del negocio (funcionalidad del sistema) y va a contener una representación de los datos que maneja el sistema. Está formado por un conjunto de clases que representan la información que se quiere emular en el sistema. El controlador va a actuar como intermediario entre el modelo y la vista, gestionando el flujo de información entre ellos y las transformaciones necesarias para adaptar los datos a las necesidades de

cada uno. En otras palabras, define la lógica de presentación y contiene los componentes necesarios para que la aplicación interactúe con el usuario [90].

Este patrón se utiliza comúnmente para el desarrollo de aplicaciones WEB.

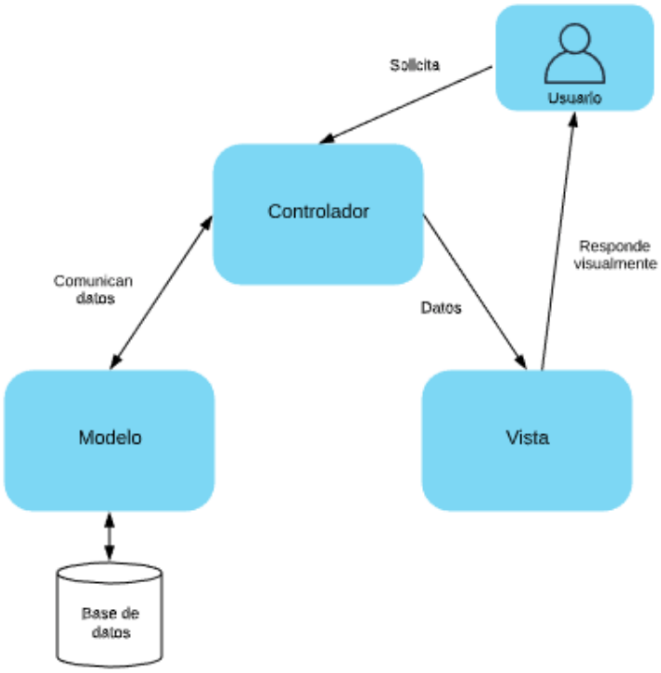


Figura 69: Esquema de estilo arquitectónico MVC

A.3.1.6 Arquitectura orientada a servicios y microservicios

Según la *World Wide Web Consortium* la arquitectura orientada a servicios (SOA, por sus siglas en inglés *Service Oriented Architecture*) se refiere a *"un conjunto de componentes que pueden ser invocados y cuyas descripciones de interfaz pueden ser publicadas y divulgadas"* [91]. Por el contrario, una arquitectura basada en microservicios refiere a un estilo que *"estructura una aplicación como una colección de servicios"* [92]. Particularmente, SOA utiliza un bus de servicios (ESB por sus siglas en inglés de *Enterprise Service Bus*) que establece comunicación entre los distintos servicios con un protocolo de mensajería, proporcionando al sistema con una plataforma común para estos y funciones que ofrece la aplicación. Con la arquitectura basada en microservicios, cada uno de estos ejecuta su propio proceso de manera independiente utilizando mecanismos más ligeros que SOA, como API Gateway, para comunicarse con el resto de los componentes. El hecho de utilizar este último proporciona un único punto de entrada para todos los microservicios y APIs de terceros.

Es de suma importancia considerar la seguridad en estos estilos de arquitectura ya utiliza internet para el envío y recepción de mensajes. Es por esto que no hay que dejar de lado el hecho de incorporar redes privadas o conexiones VPN (por sus siglas en inglés *Virtual Private Network*), que permiten la extensión de la red de área local sobre una red pública no segura como lo es el Internet.

A.3.2. Diagrama en contexto

Modela cómo el software interactúa con otros actores, pares y con sistemas superiores y subordinados. El sistema objetivo se comunica con el resto de los sistemas por medio de una interfaz. Se distinguen entonces:

- **Sistemas superiores:** Aquellos que utilizan al sistema objetivo como parte de algún esquema de procesamiento.
- **Sistemas subordinados:** Son usados por el sistema objetivo proveyendo de datos o de procesamientos necesarios para completar las funciones.
- **Sistemas entre iguales**: Son los que interactúan a la par.
- **Actores:** Entidades que interactúan con el sistema objetivo produciendo o consumiendo información que es necesaria para el procesamiento.

A.3.3. Modelado de componentes

Para estudiar el sistema objetivo, una vez elegido el estilo arquitectónico, se estudia en detalle los componentes, donde un componente refiere a una parte modular del sistema, exponiendo diferentes servicios.

A.3.4. Arquitectura física

Una Web App es una aplicación a través de la cuál los usuarios acceden a través de internet y, por otro lado, un servicio es un componente capaz de realizar una tarea. Particularmente un servicio web (*WebService*) es un sistema de software diseñado para admitir la interacción interoperable entre dos dispositivos a través de una red [93]. Este es utilizado por las Web Apps para brindar un servicio accesible pudiendo interoperar con la web e intercambiar y transmitir datos, devolviendo la información que es pedida por el usuario a través del *frontend* (es decir, la parte que interactúa con el cliente), estableciendo conexión y realizando peticiones con el *backend* (la lógica que se encarga de dar una respuesta al cliente). Con el objetivo de entender cómo es esta comunicación ya conociendo los componentes involucrados en el sistema, se estudia la arquitectura física.

Para implementar los servicios web, se puede utilizar el protocolo SOAP (por sus siglas en inglés *Simple Object Access Protocol*) o el estilo REST (por sus siglas en inglés *REpresentational State Transfer*). SOAP utiliza como lenguaje exclusivamente XML (por sus siglas en inglés, *eXtensible Markup Language*), basándose principalmente en el protocolo HTTP (por sus siglas en inglés *Hypertext Transfer Protocol*) para que los servicios se comuniquen entre ellos. REST, por el contrario, utiliza el protocolo HTTP y sus métodos para comunicarse *GET, POST, PUT* y *DELETE* para el acceso, creación, actualización y borrado de recursos respectivamente donde cada recurso tendrá una única dirección URL (por sus siglas en inglés *Uniform Resource Locator*). Particularmente describiendo los métodos se encuentra [94]:

- *GET*: Es utilizado para consultar la información, obteniendo un recurso.
- *POST*: Permite enviar y almacenar la información ejecutando una acción.
- *PUT*: Permite crear o almacenar un recurso de acuerdo a la información en la URL.
- *DELETE*: Permite borrar un recurso específico.

Además, el estilo REST, permite la transmisión de datos en cualquier formato tal como XML, JSON (por sus siglas en inglés *JavaScript Object Notation*), binarios, entre otros aceptando una mayor heterogeneidad de su tipo. Preferentemente se transmiten en formato JSON ya que este es interpretado de forma natural por JavaScript (lenguaje altamente utilizado para la programación de software) y facilita la comunicación entre componentes, ocupando menor espacio en memoria comparado con XML.

Entonces, la WebApp recibe las solicitudes según URLs siguiendo el protocolo HTTP (request) y responde de acuerdo a lo pedido gracias al WebService (response). Particularmente a nivel *frontend* las respuestas son en lenguaje HTML (por sus siglas en inglés, *HyperText Markup Language*) que se renderiza tanto en la interfaz del smartphone o de la computadora con la que interactúe el usuario.

A.3.4.1 API

Teniendo en cuenta el concepto de *Cloud Computing* a través del cual los usuarios consumen un servicio sin acceder a un sistema en particular, entran en juego las APIs (por sus siglas en inglés de *Application Programming Interface*), un conjunto de procesos, funciones y métodos que brinda un software a modo de capa de abstracción para que sea empleada por otro. Controlan el acceso a los recursos, brindan un conjunto de servicios y permiten aumentar la funcionalidad y la comunicación con múltiples clientes, manteniendo la seguridad y control de sus recursos. De esta manera una API facilita la integración de sistemas permitiendo que servicios y productos se comuniquen con otros sin necesidad de saber cómo están implementados, instanciando aquellas funciones de un servicio que son útiles para la propia aplicación.

Concretamente, una API REST es un *backend* capaz de contestar las llamadas de una serie de URLs en formato JSON y que también es capaz de recibir JSON para gestionar la información que se le envíe, utilizando los verbos ofrecidos por HTTP, permitiendo la estandarización de operaciones [95].

Una API Gateway proporciona un punto central de acceso a todos los clientes para gestionar, supervisar y asegurar el acceso a los servicios *backend* expuestos, que ofrece un producto en particular.

A.4. Diseño de la interfaz

Para alcanzar el atributo de la usabilidad se trabaja con el pensamiento de diseño o *"Design Thinking"* [96]. Esto consta de:

- **Empatizar**: En esta instancia, se realizan indagaciones con la intención de recabar conocimiento sobre qué hacen, dicen, piensan y sienten los usuarios. Aquí tienen lugar las llamadas encuestas primarias o entrevistas. Nunca se debe preguntar al usuario qué es lo que desea.
- **Definir**: Implica utilizar los datos obtenidos en la fase anterior para conseguir los hallazgos del usuario final mientras usan una interfaz digital. Es importante sintetizar un mapa de la información con un mapa de empatía determinado que dice, piensa, hace y siente la persona al estar en un contexto que lo podría llevar al usar la aplicación. Así se identifican patrones y se definen oportunidades y necesidades no resueltas del usuario, de manera tal que ayudarán a tomar decisiones en cuanto al diseño de la aplicación.
- **Idear:** Esta etapa se caracteriza por producir la mayor cantidad de ideas posibles que aborden los aspectos definidos en la etapa anterior.
- **Prototipar**: Se transforman las ideas de la fase anterior en prototipos para entender qué diseños o qué componentes funcionan y cuáles no. Para esto, se definen características principales y complementarias, y el flujo específico de las tareas a realizar considerando los diagramas de caso de uso en el modelado de requerimientos. También, se definen y organizan los componentes de cada pantalla para finalmente armar el prototipo.
- **Testear**: Permite evaluar los criterios de usabilidad.

A.5. Reconocimiento facial

Actualmente las aplicaciones que utilizan reconocimiento facial para su funcionamiento se pueden dividir en tres grupos [46]: el comercial, el gubernamental y el forense. Dentro de los sistemas de reconocimiento de personas mediante rasgos biométricos hay dos perspectivas de trabajo:

- Sistemas de reconocimiento en modo identificación.
- Sistemas de reconocimiento en modo verificación.

El sistema de reconocimiento en modo verificación, de relevancia para este proyecto, toma como entradas los rasgos biométricos a verificar y una solicitud de identidad y tiene como salida una aceptación o rechazo del individuo como aquél que pretende ser.

Dentro del proceso de reconocimiento facial hay tres módulos básicos: la base de datos, un módulo de inscripción y un módulo de reconocimiento observados en la siguiente figura.

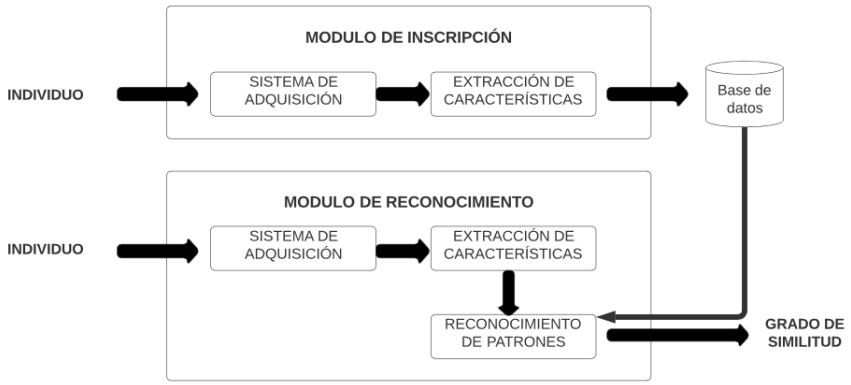


Figura 70: Diagrama en módulos de un sistema biométrico de reconocimiento [46]

La base de datos depende del sistema que se decida utilizar. Dentro del módulo de inscripción hay un sistema de adquisición (de la señal biométrica) y luego se procede a la extracción de características del rasgo biométrico del individuo. Dichas características expresan de una forma unívoca y compacta al individuo y constituyen su llamado patrón biométrico. Estas, se utilizan en el módulo de reconocimiento para comparar la imagen adquirida con la imagen de la base de datos.

Es un primer punto, es importante la adquisición ya que la calidad de la imagen capturada es una cuestión fundamental para la interpretación de los rasgos biométricos. Es por eso que en algunos sistemas se detecta primero si hay un rostro en la señal que entra por la cámara y luego permite la toma de la fotografía. Para esto es necesario la comprobación de la simetría entre los puntos característicos del rostro. Esto se realiza midiendo las distancias que hay entre la recta que une ambas pupilas del usuario y cada uno de los puntos característicos de la cara (medidas verticales) y las distancias que hay entre la recta que pasa por el punto medio entre las pupilas y cada uno de los rasgos característicos de la cara (medidas horizontales). En la siguiente imagen tomada de [46] se pueden ver las distancias mencionadas:

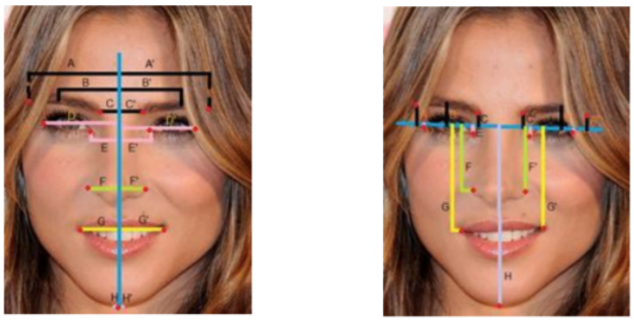


Figura 71: Imagen con las distancias entre los puntos característicos de la cara [46]

Una vez que se encuentran y se comprueba la existencia de estos puntos, es posible tomar la fotografía, evitando entonces que se tomen imágenes erróneas. Es importante destacar que el reconocimiento facial para verificar la identidad comparándola con otra fotografía, es utilizado estimando que la anchura del rostro no se modifica mucho más a partir de los 16 años de edad[25]. Esto es porque hasta esta edad los huesos están en crecimiento y las distancias mostradas anteriormente se estabilizan junto con la anchura y altura del rostro. Así, la base de datos puede no estar actualizada, pero el reconocimiento facial sigue funcionado basándose en estas medidas fijas.

A.5.1. Grado de similitud del reconocimiento facial

En cuanto a la validez del reconocimiento facial, se considera principalmente la **discriminación**, es decir el grado con el que modelo distingue entre personas reconocidas y personas que no. Para ello, el sistema de reconocimiento facial tiene un umbral según la configuración del sistema. La aceptación o el rechazo de una coincidencia depende de que la puntuación de coincidencia se encuentre por encima o debajo del umbral elegido. Los umbrales permiten modificar un sistema de reconocimiento facial según el grado de precisión que desee para su caso de uso individual. Cuanto más alto el umbral, más seguridad y precisión y, por el contrario, cuanto más bajo el umbral, habrá una menor confianza en el resultado. Sin embargo, a mayor grado de semejanza, menos sensible será ya que la especificidad será muy alta y la aplicación será muy selectiva.

Se consideran las variables morfológicas previamente mencionadas para la comparación entre la imagen de la base de datos y la fotografía tomada. De acuerdo a esto se obtienen grados de semejanza según la siguiente tabla:

Porcentaje	Grado de Semejanza
1 % - 19 %	No hay semejanza
20 % - 39 %	Semejanza ligera
40 % - 50 %	Semejanza aproximada o aceptable
60 % - 79 %	Semejanza cercana
80 % - 100 %	Gran semejanza

Tabla 26: Tabla que describe la relación entre el porcentaje de semejanza y su grado en términos cualitativos [46]

B. Recursos de FHIR

A continuación, se muestran tablas realizadas que exponen los atributos de los recursos de FHIR nombrados en la sección 8, los cuales fueron estudiados y analizados para poder obtener los conceptos deseados. Se

[25]Esta información fue proporcionada por Sebastián Stranieri de Vu Security

muestra para cada recurso los distintos elementos que lo componen de acuerdo a la estructura del mismo y una breve descripción sobre cada elemento con la clasificación cuando corresponda, la cual refiere a la sección de *Terminology Binding* del elemento. En caso de encontrarse para algún atributo el campo de clasificación vacío, se debe a que para tal atributo no existe la misma.

Patient		
Elemento	**Descripción**	**Clasificación**
identifier	Código único para identificar el recurso en el servidor de la HCE	
active	Muestra si el registro del paciente está o no activo	
name	Nombre del paciente	
telecom	Detalle de contacto del paciente	
gender	Sexo del paciente	female (Femenino) male (Masculino) unknown (Desconocido) other (Otro)[26]
birthDate	Fecha de nacimiento del paciente	
address	Domicilio del paciente	
maritalStatus	Estado civil del paciente	De acuerdo a código HL7[27]
photo	Imagen del paciente	
contact	Contacto del paciente. Se incluirá alguno de los siguientes conceptos: Relación Nombre Número de contacto Domicilio Género Período para contactarlo	Emergency contact (Contacto de emergencia) Employer (Empleador) Federal Agency (Agencia Federal) Insurance Comapany (Compañía de seguro) Next of kin (Pariente cercano) Unknown (Desconocido)[28]
communications	Algún idioma en especial con el que contactarse con el paciente	De acuerdo a código HL7[29]
link	Para referenciar a otro recurso paciente que refiere al mismo paciente	

[26] De acuerdo a http://hl7.org/fhir/administrative-gender
[27] El listado completo de los códigos se puede encontrar en //hl7.org/fhir/valueset-marital-status
[28] De acuerdo a http://terminology.hl7.org/CodeSystem/v2-0131
[29] El listado completo de los códigos se puede ver en //hl7.org/fhir/ValueSet/languages

Patient		
Elemento	**Descripción**	**Clasificación**
extensions	Se incluyen algunas extensiones para este recurso dependiendo de la organización	adoptationInfo (Información de adopción) birthPlace (Lugar de nacimiento) birthTime (Hora de Nacimiento) cadaveridDonor (Indicación de donante de órganos) citizenship (Ciudadanía) congregation (Congregación) disability (Condición física o mental que limite las actividades del paciente) genderIdentity (Identidad de género) importance (Importancia del paciente) interpreterRequired (Necesidad de interprete) moterhsMaidenName (Nombre de la madre) nacionality (Nacionalidad) preferenceType (Comunicación de preferencia) relatedPerson (Contacto de relación) religion (Religión)

Tabla 27: Tabla que describe los atributos del recurso *Patient* según [97]

AllergyIntolerance		
Elemento	**Descripción**	**Clasificación**
identifier	Código único para identificar el recurso en el servidor de la HCE	
clinical Status	Indica el estado de la alergia o intolerancia	active (Activa) inactive (Inactiva) resolved (Resuelta)[30]

[30]De acuerdo a http://terminology.hl7.org/CodeSystem/allergyintolerance-clinical

AllergyIntolerance		
Elemento	**Descripción**	**Clasificación**
verification Status	Afirmación sobre la certeza asociada con el riesgo de una reacción a la sustancia identificada	unconfirmed (No confirmada) confirmed (Confirmada) refuted (Refutada) entered-in-error (ingresada por error)[31]
type	Identificación de la respuesta fisiológica subyacente del riesgo de reacción	allergy (Alergia) intolerance (Intolerancia)[32]
category	Categoría de la sustancia identificada	food (Alimento) medication (Medicamento) environment (Ambiental) biological (Biológica)[33]
criticality	Estimación del daño clínico potencial o de la gravedad de la reacción a la sustancia identificada	low (Bajo) high (Alto) unable-to-assess (Incapaz de evaluar el riesgo)[34]
code	Código que identifica la alergia o intolerancia. Puede ser un código para la sustancia que es considerada responsable de la reacción o para la condición de alergia o intolerancia	De acuerdo a código SNOMED[35]
patient	El paciente que tiene la alergia o intolerancia	
onset	Fecha, fecha-hora o edad en la que se identificó la alergia o intolerancia	
recorded Date	Fecha de cuando se creo el registro de la alergia o intolerancia en el sistema	
last Ocurrence	Fecha y/o hora de la última aparición de una reacción	
note	Información adicional sobre la reacción adversa	
reaction	Detalles sobre cada evento de reacción adversa relacionado a la exposición a la sustancia identificada	

[31] De acuerdo a http://terminology.hl7.org/CodeSystem/allergyintolerance-verification
[32] De acuerdo a http://hl7.org/fhir/allergy-intolerance-type
[33] De acuerdo a http://hl7.org/fhir/allergy-intolerance-category
[34] De acuerdo a http://hl7.org/fhir/allergy-intolerance-criticality
[35] El listado completo de los códigos se puede encontrar en http://hl7.org/fhir/ValueSet/substance-code

AllergyIntolerance		
Elemento	**Descripción**	**Clasificación**
reaction. substance	Identificación de la sustancia considerada responsable de la reacción adversa	De acuerdo a código SNOMED[36]
reaction. manifestation	Síntomas y/o signos asociados u observados a la reacción adversa	De acuerdo a código SNOMED[37]
reaction. description	Descripción de la reacción	
reaction.onset	Registro de la fecha y/o hora del comienzo de la reacción	
reaction. severity	Evaluación clínica de la gravedad del evento de reacción en su conjunto.	mild (Leve) moderate (Moderada) severe (Severa)[38]
reaction. exposureRoute	Identificación de la ruta por la cual el sujeto fue expuesto a la sustancia	De acuerdo a código SNOMED[39]
reaction.note	Información adicional sobre el evento	

Tabla 28: Tabla que describe los atributos del recurso *AllergyIntolerance* según [98]

Condition		
Elemento	**Descripción**	**Clasificación**
identifier	Código único para identificar el recurso en el servidor de la HCE	
clinicalStatus	Status de la condición o diagnóstico.	active (Activa) recurrence (Recurrente) relapse (Reincidente) inactive (Inactiva) remission (Remisión) resolved (Resuelta)[40]
verificationStatus	El status para apoyar o refutar el status de la condición o diagnóstico	unconfirmed (no confirmada) provisional (Provisional) differential (Diferencial) confirmed (Confirmada) refuted (Refutada) entered-in-error (ingresada por error)[41]

[36] El listado completo de los códigos se puede encontrar en http://hl7.org/fhir/ValueSet/substance-code
[37] El listado completo de los códigos se pude encontrar en http://hl7.org/fhir/ValueSet/clinical-findings
[38] De acuerdo a http://hl7.org/fhir/ValueSet/reaction-event-severity
[39] El listado completo de los códigos se puede encontrar en http://hl7.org/fhir/ValueSet/route-codes
[40] De acuerdo a http://terminology.hl7.org/CodeSystem/condition-clinical
[41] De acuerdo a http://terminology.hl7.org/CodeSystem/condition-ver-status

Condition		
Elemento	**Descripción**	**Clasificación**
category	Categoría asignada a la condición	encounter-diagnostic (Diagnóstico puntual) problem-list-item (Problema en el tiempo)[42]
severity	Evaluación subjetiva de la severidad de la condición	severe (Severa) moderate (Moderada) mild (Leve)[43]
code	Identificación de la condición	De acuerdo a código SNOMED[44]
bodySite	Localización anatómica	De acuerdo a código SNOMED[45]
subject	Paciente asociado a la condición descrita	
onset	Fecha en la que la condición empezó según el personal de salud	
recordedDate	Fecha en la que el recurso se creó en el sistema	
stage	Etapa de la condición. Puede incluir tanto la condición de la etapa o el tipo de la condición	De acuerdo a código SNOMED[46]
evidence	Manifestación o síntoma	De acuerdo a código SNOMED[47]
note	Cualquier información adicional	

Tabla 29: Tabla que describe los atributos del recurso *Condition* según [99]

Procedure		
Elemento	**Descripción**	**Clasificación**
identifier	Código único para identificar el recurso en el servidor de la HCE	

[42] De acuerdo a http://terminology.hl7.org/CodeSystem/condition-category
[43] De acuerdo a http://hl7.org/fhir/ValueSet/condition-severity
[44] El listado completo de los códigos se puede encontrar en https://www.hl7.org/fhir/valueset-condition-code.html
[45] El listado completo de los códigos se puede encontrar en https://www.hl7.org/fhir/valueset-body-site.html
[46] El listado completo de los códigos se puede encontrar en https://www.hl7.org/fhir/valueset-condition-stage.html
[47] El listado completo de los códigos se puede encontrar en https://www.hl7.org/fhir/valueset-manifestation-or-symptom.html

Procedure		
Elemento	**Descripción**	**Clasificación**
status	Estado del procedimiento	preparation (En preparación) in-progress (En progreso) not-done (No realizada) on-hold (En pausa) stopped (Detenida) completed (Completada) entered-in-error (ingresada por error) unknown (Desconocido)[48]
statusReason	Razón por la que no se realizó el procedimiento	De acuerdo a código SNOMED[49]
category	Identificación de la categoría del procedimiento	De acuerdo a código SNOMED[50]
code	Identificación del procedimiento	De acuerdo a código SNOMED[51]
subject	Paciente asociado con el procedimiento	
performed	Fecha de realización del procedimiento	
performer	Rol de persona que realizó el procedimiento	De acuerdo a código SNOMED[52]
reasonCode	Razón por la que se realizó el procedimiento	De acuerdo a código SNOMED[53]
bodySite	Parte del cuerpo en la que se realizó el procedimiento	De acuerdo a código SNOMED[54]
outcome	Resultado del procedimiento	De acuerdo a código SNOMED[55]
complication	Complicación (si la hubiese) del procedimiento	De acuerdo a código SNOMED[56]
followUp	Instrucciones para procedimientos futuros	De acuerdo a código SNOMED[57]
note	Información adicional del procedimiento	

[48] De acuerdo a http://hl7.org/fhir/event-status
[49] El listado completo de los códigos se puede encontrar en https://www.hl7.org/fhir/valueset-procedure-not-performed-reason.html
[50] El listado completo de los códigos se puede encontrar en https://www.hl7.org/fhir/valueset-procedure-category.html
[51] El listado completo de los códigos se puede encontrar en https://www.hl7.org/fhir/valueset-procedure-code.html
[52] El listado completo de los códigos se puede encontrar en https://www.hl7.org/fhir/valueset-performer-role.html
[53] El listado completo de los códigos se puede encontrar en https://www.hl7.org/fhir/valueset-procedure-reason.html
[54] El listado completo de los códigos se puede encontrar en https://www.hl7.org/fhir/valueset-body-site.html
[55] El listado completo de los códigos se puede encontrar en https://www.hl7.org/fhir/valueset-procedure-outcome.html
[56] El listado completo de los códigos se puede encontrar en https://www.hl7.org/fhir/valueset-condition-code.html
[57] El listado completo de los códigos se puede encontrar en https://www.hl7.org/fhir/valueset-procedure-followup.html

Procedure		
Elemento	**Descripción**	**Clasificación**
focalDevice	Cambio que se realizó en el dispositivo (si lo hubiese) durante el procedimiento	manipulated (Manipulado) implanted (Implantado) removed (Removido)[58]
usedCode	Items usados durante el procedimiento	De acuerdo a código SNOMED[59]

Tabla 30: Tabla que describe los atributos del recurso *Procedure* según [100]

Observation		
Elemento	**Descripción**	**Clasificación**
identifier	Código único para identificar el recurso en el servidor de la HCE	
basedOn	Plan, propuesta o orden que se cumple con este evento	
partOf	Evento del cual esta observación forma parte	
status	Estado del valor del resultado	registered (Registrado) preliminary (Preliminar) final (Final) amended (Modificado) corrected (Corregido) cancelled (Cancelado) entered-in-error (Ingresado por error) unknown (Desconocido)[60]
category	Clasificación del tipo de observación que se realiza	social-history (Historia social) vital-signs (Signos vitales) imaging (Imágenes) laboratory (Laboratorio) procedure (procedimiento) survey (Herramienta de evaluación) exam (Examén) therapy (Terapia) activity (Actividad)[61]
code	Código que describe lo observado	De acuerdo a código LOINC[62]

[58] El listado completo de los códigos se puede encontrar en http://hl7.org/fhir/ValueSet/device-action
[59] El listado completo de los códigos se puede encontrar en https://www.hl7.org/fhir/valueset-device-kind.html
[60] De acuerdo a http://hl7.org/fhir/ValueSet/observation-status
[61] De acuerdo a http://terminology.hl7.org/CodeSystem/observation-category
[62] El listado completo de los códigos se puede encontrar en http://hl7.org/fhir/ValueSet/observation-codes

Observation		
Elemento	**Descripción**	**Clasificación**
subject	Paciente, o grupo de pacientes, ubicación o dispositivo sobre el que se trata la observación y en cuyo registro se coloca la observación.	
focus	Enfoque real de una observación cuando no es sobre el paciente registrado, sino que representa algo o alguien asociado con el paciente, como un cónyuge, padre, feto o donante. Ejemplo: observaciones de un feto en el registro de la madre	
effective	Tiempo o período de tiempo en el que el valor observado es afirmado como cierto	
issued	Fecha y hora en la que la observación se hizo disponible luego de que los resultados fueron revisados y verificados	
performer	Rol de la persona que realizó el procedimiento	
value[x]		
dataAbsent Reason	Da una explicación de porque falta el valor en el elemento value[x]	De acuerdo a código SNOMED[63]
interpretation	Evaluación del valor de la observación	De acuerdo a código SNOMED[64]
note	Comentarios acerca de los resultados o de la observación	
bodySite	Parte del cuerpo en la que se realizó la observación	De acuerdo a código SNOMED[65]
method	Mecanismo utilizado para realizar la observación	De acuerdo a código SNOMED[66]
device	Dispositivo utilizado para generar los datos de la observación	
referenceRange	Guía sobre como interpretar el valor en comparación con un rango normal o recomendado.	low (Bajo) high (Alto) type (Tipo de acuerdo a código HL7[67])

[63]El listado completo de los códigos se puede encontrar en http://terminology.hl7.org/CodeSystem/data-absent-reason
[64]El listado completo de los códigos se puede encontrar en http://terminology.hl7.org/CodeSystem/v3-ObservationInterpretation
[65]El listado completo de los códigos se puede encontrar en http://hl7.org/fhir/ValueSet/body-site
[66]El listado completo de los códigos se puede encontrar en http://hl7.org/fhir/ValueSet/observation-methods
[67]El listado completo de los códigos se puede encontrar en http://terminology.hl7.org/CodeSystem/referencerange-meaning

Observation		
Elemento	**Descripción**	**Clasificación**

Tabla 31: Tabla que describe los atributos del recurso *Observation* según [101]

Device		
Elemento	**Descripción**	**Clasificación**
identifier	Código único asignado al dispositivo	
definition	Referencia a la definición del dispositivo	
udiCarrier	Identificador único del dispositivo (UDI por sus siglas en inglés)	
status	Estado de la disponibilidad del dispositivo	active (Activo) inactive (Inactivo) entered-in-error (Ingresado por error) unknown (Desconocido)[68]
statusReason	Motivo del estado de disponibilidad del dispositivo	online (Conectado) paused (Pausado) standby (En espera) offline (Desconectado) not-ready (No listo) transduc-discon (Transductor desconectado) hw-discon (Hardware desconectado) off (Apagado)[69]
distinctIdentifier	Cadena de identificación distintiva requerida por regulación para una célula humana, tejido o producto celular y basado en tejidos.	
manufacturer	Nombre del fabricante	
manufactureDate	Fecha y hora en la que el dispositivo fue fabricado	
expirationDate	Fecha y hora a partir de la cual el dispositivo no es valido o no debe ser usado	
lotNumber	Número de lote asignado por el fabricante	

[68] De acuerdo a http://hl7.org/fhir/ValueSet/device-status
[69] De acuerdo a http://hl7.org/fhir/ValueSet/device-status-reason

Device		
Elemento	**Descripción**	**Clasificación**
deviceName	Nombre del fabricante proporcionado por el dispositivo, a partir de una etiqueta UDI	name (Nombre) type (Tipo de acuerdo a código SNOMED)[70]
modelNumber	Número del modelo del dispositivo	
partNumber (númro de parte)	Número de pieza del dispositivo	
type	Tipo de dispositivo	De acuerdo a código SNOMED[71]
specialization	Capacidades del dispositivo y estándares a los que se ajusta el dispositivo para un propósito en particular.	
version	Diseño actual del dispositivo o versión de software que se ejecuta en el dispositivo	
property	Ajustes de configuración reales de un dispositivo tal como funciona	
patient	Información del paciente que utiliza el dispositivo	

Tabla 32: Tabla que describe los atributos del recurso *Device* según [102]

Consent		
Elemento	**Descripción**	**Clasificación**
identifier	Código único asignado a la copia de la declaración de consentimiento	
status	Indica el estado actual del consentimiento	draft (Borrador) proposed (Propuesto) active (Activo) rejected (Rechazado) inactive (Inactivo) entered-in-error (Ingresado por error)[72]

[70] El listado completo de los códigos se puede encontrar en http://hl7.org/fhir/device-nametype
[71] El listado completo de los códigos se puede encontrar en http://hl7.org/fhir/ValueSet/device-type
[72] De acuerdo a http://hl7.org/fhir/consent-state-codes

Consent		
Elemento	**Descripción**	**Clasificación**
scope	Tipo de consentimiento que se presenta	adr (Directiva de cuidados avanzados) research (Investigación) patient-privacy (Consentimiento de privacidad) treatment (Tratamiento)[73]
category	Clasificación del tipo de consentimientos que se presentan en la declaración	De acuerdo a código LOINC[74]
patient	Paciente a quien se aplica el consentimiento	
datetime	Fecha y hora de cuando el consentimiento fue creado/emitido	
performer	Entidad responsable de garantizar los derechos listados en una Directiva de Consentimiento o entidad responsable de cumplir con la Directiva de Consentimiento.	
organization	Organización que gestiona el consentimiento	
source[x]	Fuente en donde esta establecida la declaración de consentimiento	
policy	Referencias a las políticas que se incluyen en el consentimiento	De acuerdo a código HL7[75]
verification	Especifica si la instrucción de un tratamiento fue verificada con el paciente, su familia u otra persona autorizada	

[73]De acuerdo a http://hl7.org/fhir/ValueSet/consent-scope
[74]De acuerdo a http://hl7.org/fhir/ValueSet/consent-category
[75]El listado completo de los códigos se puede encontrar en http://hl7.org/fhir/ValueSet/consent-policy

Consent		
Elemento	**Descripción**	**Clasificación**
provision	Excepción a la política base del consentimiento	type (Tipo)[76] period (Período) actor (Actor) actor.role (Rol del actor)[77] actor.reference (Referencia) action (Acción)[78] securityLabel (Etiqueta de seguridad)[79] purpose (Propósito)[80] class (Clase)[81] code (Código)[82] dataPeriod (Período) data

Tabla 33: Tabla que describe los atributos del recurso *Consent* según [103]

Medication		
Elemento	**Descripción**	**Clasificación**
identifier	Código único asignado a la medicación	
code	Código que especifica la medicación	De acuerdo a código SNOMED[83]
status	Indica si el uso de la medicación es activa	active (Activa) inactive (Inactiva) entered-in-error (Ingresada por error)[84]
manufacturer	Detalles del fabricante del producto	
form	Describe la forma del medicamento (polvo, tabletas, etcétera)	De acuerdo a código SNOMED [85]
amount	Cantidad de la droga en el producto	
ingredient	Identifica un componente particular de interés en el producto	
ingredient.item	Ingrediente ya sea una substancia o un medicamento de otro medicamento	De acuerdo a código SNOMED[86]

[76]De acuerdo a http://hl7.org/fhir/ValueSet/consent-provision-type
[77]De acuerdo a http://hl7.org/fhir/ValueSet/security-role-type
[78]De acuerdo a http://terminology.hl7.org/CodeSystem/consentaction
[79]De acuerdo a http://hl7.org/fhir/ValueSet/security-labels
[80]De acuerdo a http://terminology.hl7.org/ValueSet/v3-PurposeOfUse
[81]De acuerdo a http://hl7.org/fhir/ValueSet/consent-content-class
[82]De acuerdo a http://hl7.org/fhir/ValueSet/consent-content-code
[83]El listado completo de los códigos se puede encontrar en http://hl7.org/fhir/ValueSet/medication-codes
[84]De acuerdo a http://hl7.org/fhir/CodeSystem/medication-status
[85]El listado completo de los códigos se puede encontrar en https://www.hl7.org/fhir/valueset-medication-form-codes.html
[86]El listado completo se puede encontrar en http://hl7.org/fhir/ValueSet/substance-code o bien puede referirse a otro medicamento dentro del recurso *Medication*

Medication		
Elemento	**Descripción**	**Clasificación**
ingredient. isActive	Indica si el ingrediente afecta la acción terapéutica del fármaco	
ingredient. strength	Indica la cantidad del ingrediente en la medicación	
batch	Información que solo aplica a los paquetes	

Tabla 34: Tabla que describe los atributos del recurso *Medication* según [104]

B.1. Recursos de FHIR Adicionales

A continuación se muestran diagramas de clase UML de otros recursos que son incorporados para tener un mejor panorama de la información proporcionada por FHIR.

B.2. CarePlan

Describe la intención de cómo los profesionales cuidarán del paciente.

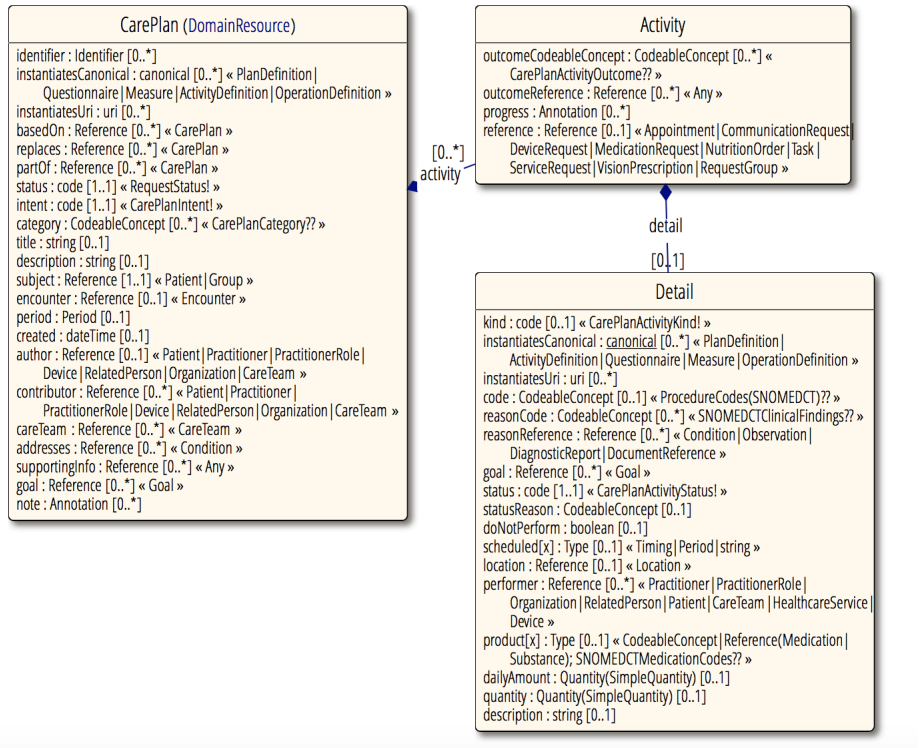


Figura 72: Recurso *CarePlan*

B.3. DeviceRequest

Refiere a un pedido al paciente para usar un dispositivo médico.

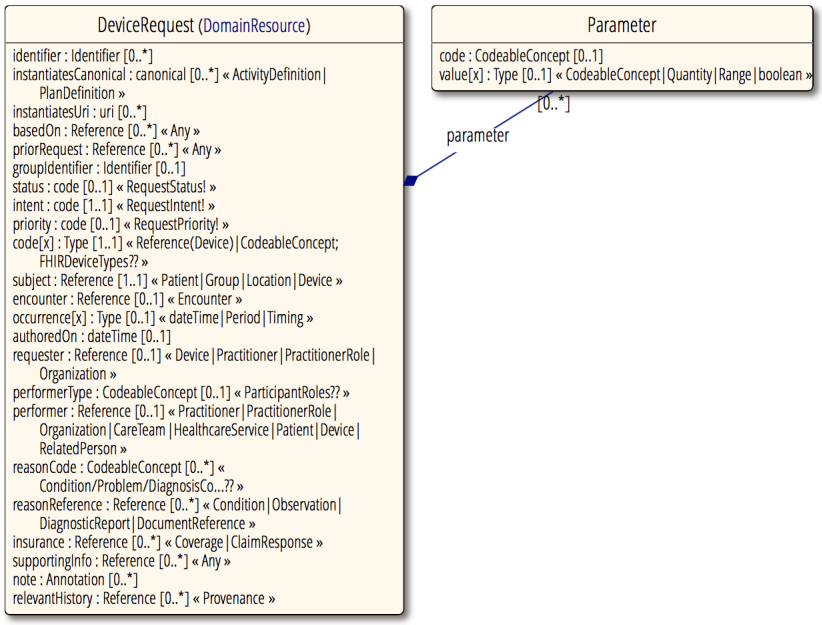


Figura 73: Recurso *DeviceRequest*

B.4. ImmunizationRecommendation

Describe las recomendaciones respecto al plan de inmunización del paciente en cuestión.

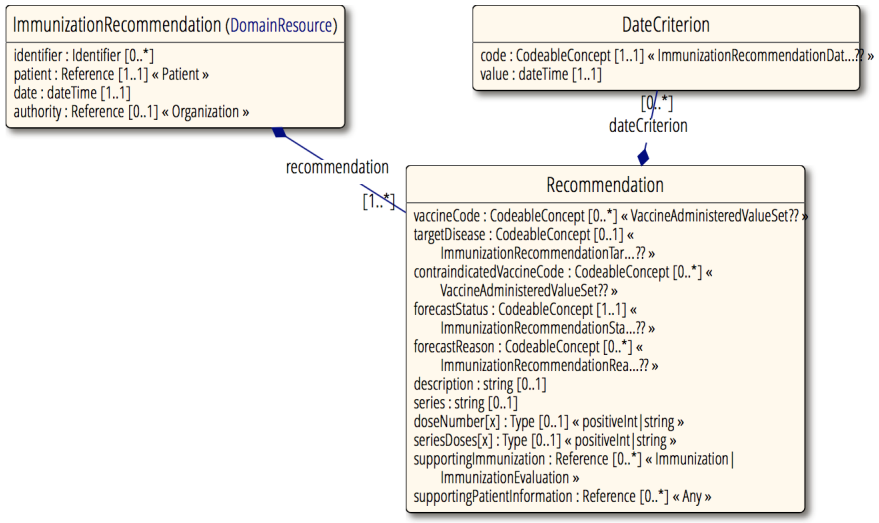


Figura 74: Recurso *ImmunizationRecommendation*

B.5. MedicationRequest

Son las instrucciones y pedidos para una medicación en particular.

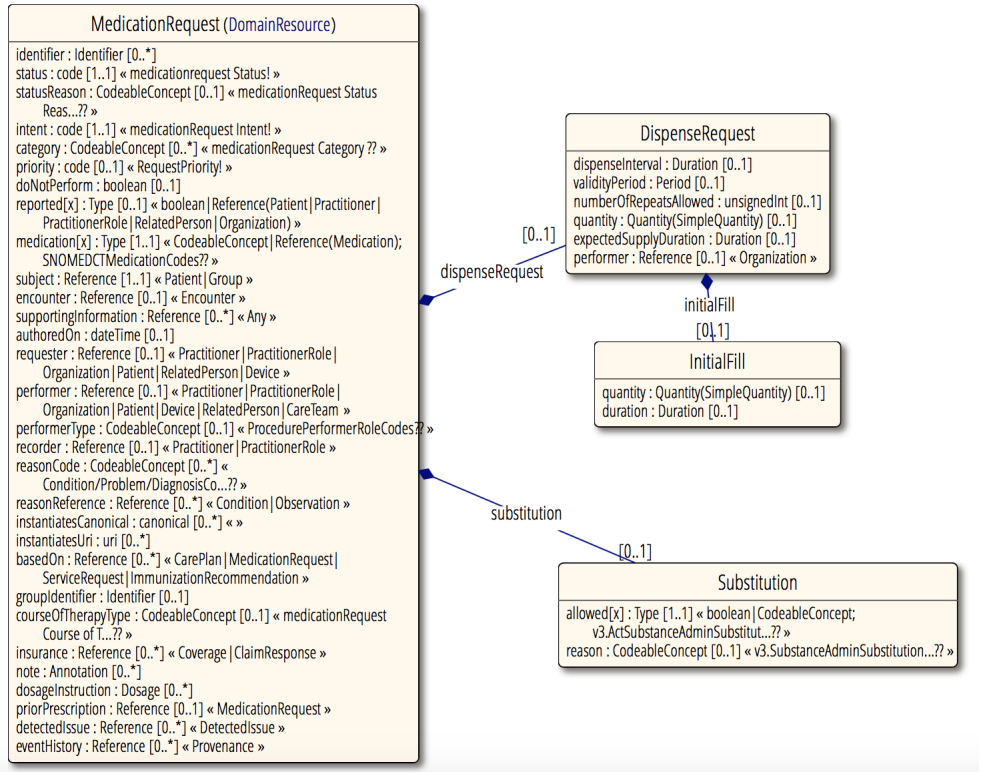


Figura 75: Recurso *MedicationRequest*

B.6. NutritionOrder

Describe un pedido para suministrar una dieta.

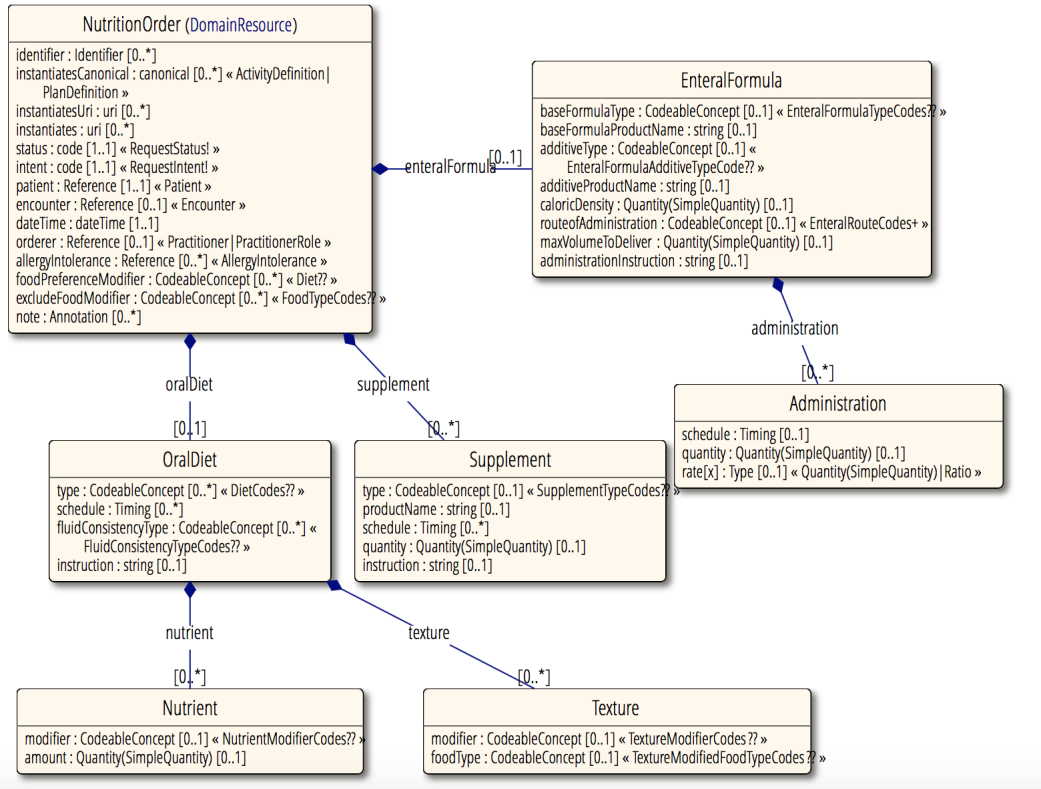


Figura 76: Recurso *NutritionOrder*

B.7. ServiceRequest

Refiere al pedido de un servicio tal como tratamiento o diagnóstico.

Figura 77: Recurso *ServiceRequest*

B.8. PractionerRole

Roles, servicios y especialidades que un profesional puede cumplir en un período dado.

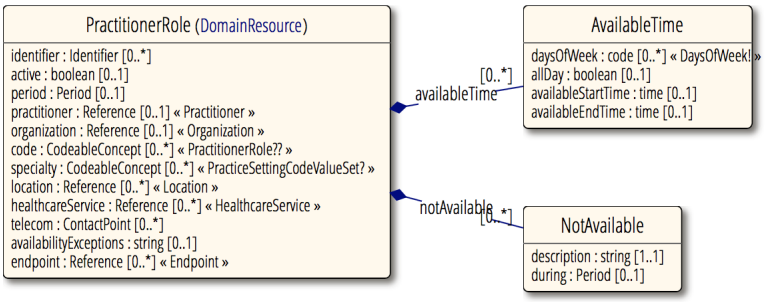


Figura 78: Recurso *PractionerRole*

B.9. MedicationAdministration

Refiere al evento característico en el que se tiene que consumir o administrar una medicación.

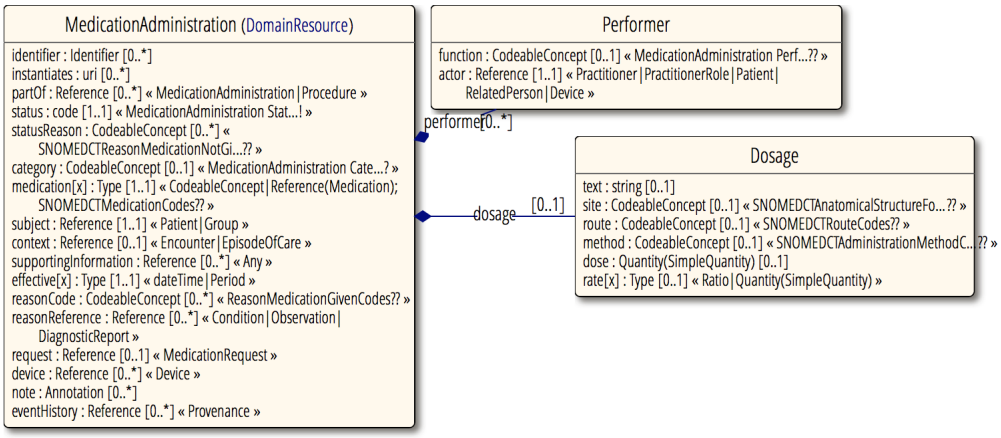


Figura 79: Recurso *MedicationAdministration*

B.10. MedicationDispense

Describe que un medicamento fue administrado a un paciente.

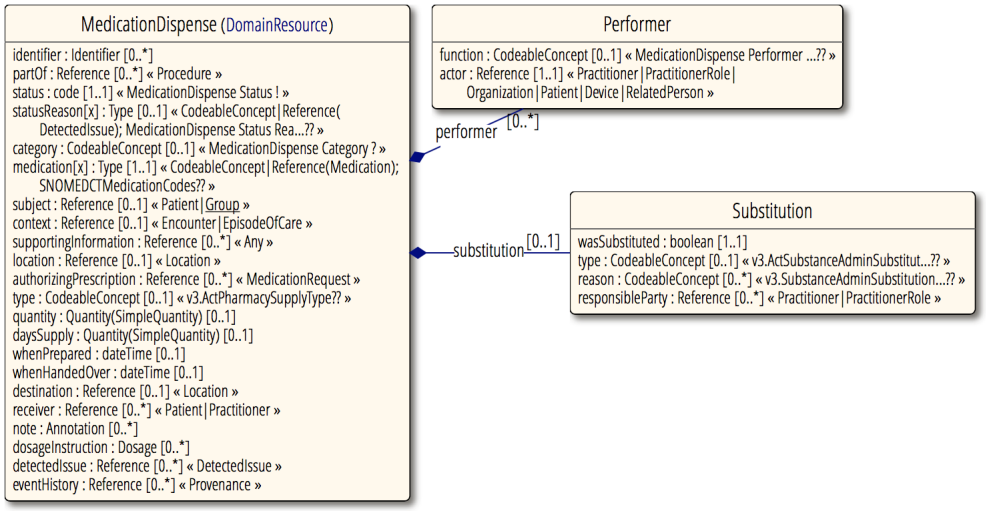


Figura 80: Recurso *MedicationDispense*

B.11. MedicationStatement

Describe la administración de un medicamento por parte paciente sin la necesidad que la misma haya sido prescripta.

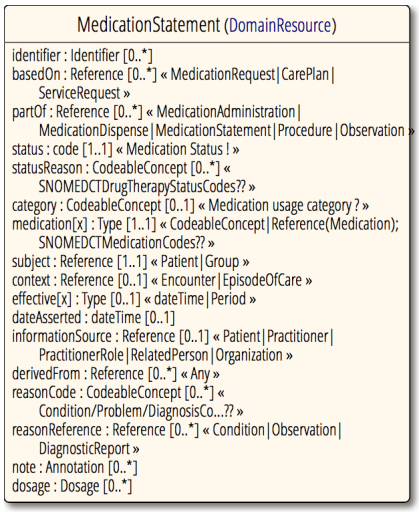


Figura 81: Recurso *MedicationStatement*

B.12. Immunization

Refiere a que un paciente recibió una vacuna.

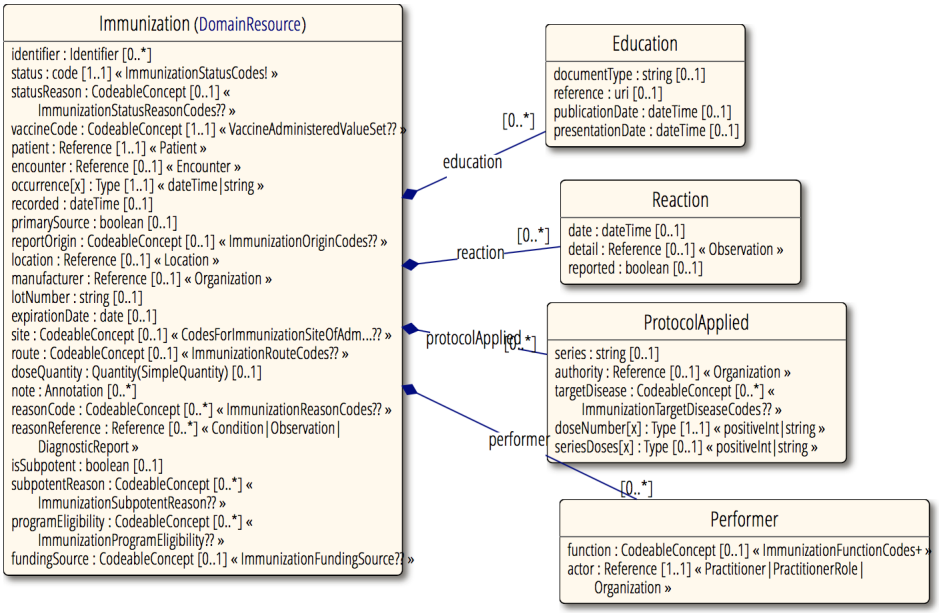


Figura 82: Recurso *Immunization*

B.13. ImagingStudy

Refiere al tipo de estudio por imágenes que el paciente se ha realizado.

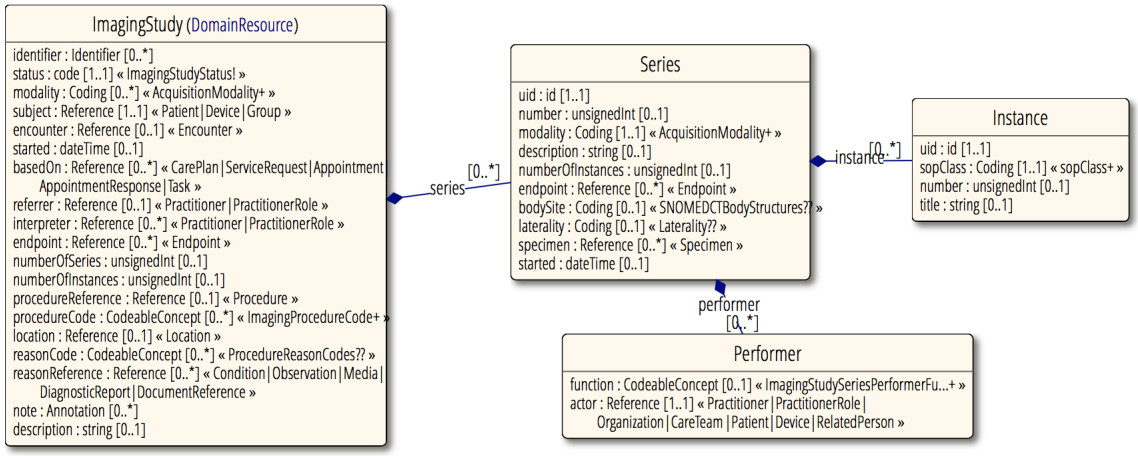


Figura 83: Recurso *ImagingStudy*

B.14. Group

Este recurso sirve para agrupar distintas entidades en una.

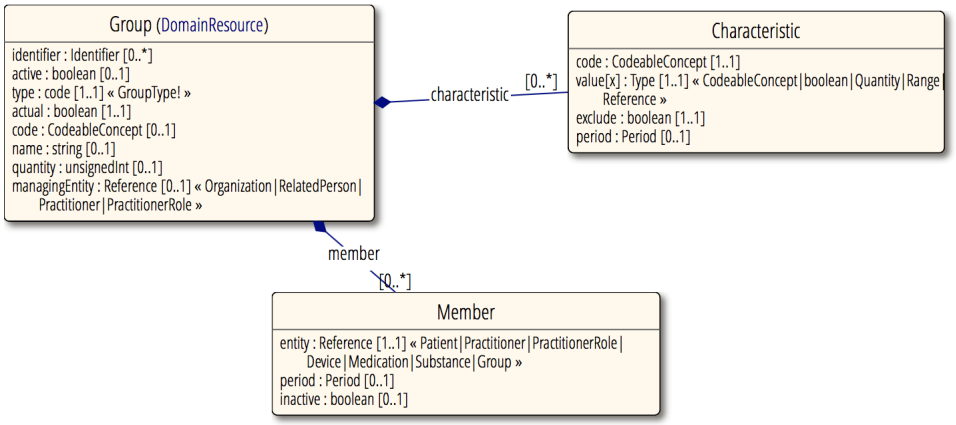


Figura 84: Recurso *Group*

B.15. Location

Detalles y coordenadas de un establecimiento sanitario.

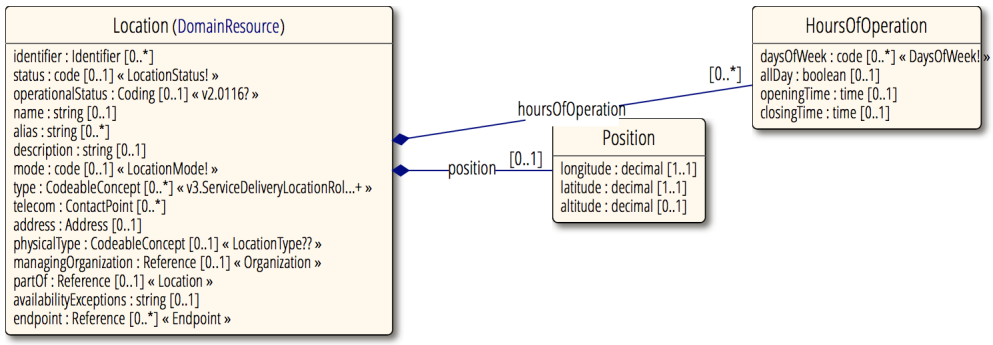


Figura 85: Recurso *Location*

B.16. Practitioner

Profesional de salud involucrado directa o indirectamente.

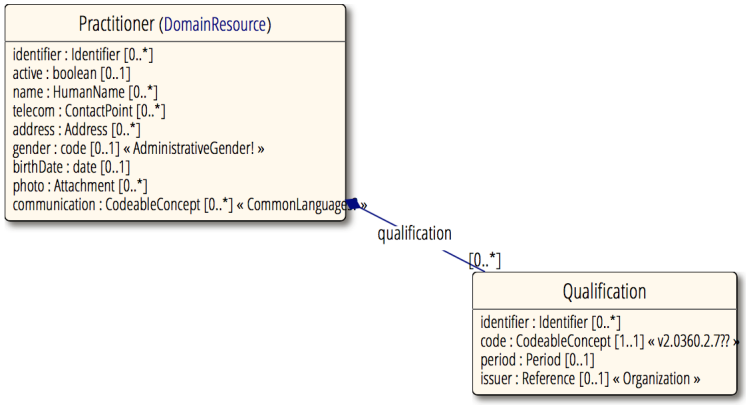


Figura 86: Recurso *Practitioner*

B.17. Organization

Grupos que intentan alcanzar alguna acción en particular.

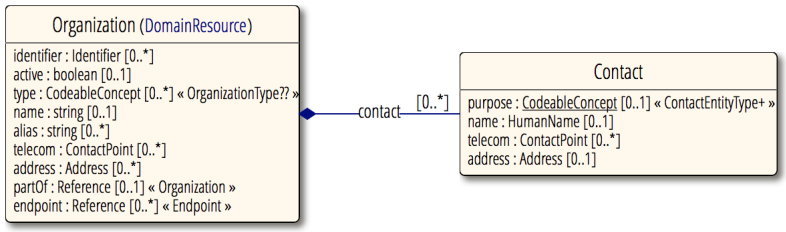


Figura 87: Recurso *Organization*

B.18. CareTeam

Organizaciones y personas que están involucradas en el tratamiento de un paciente.

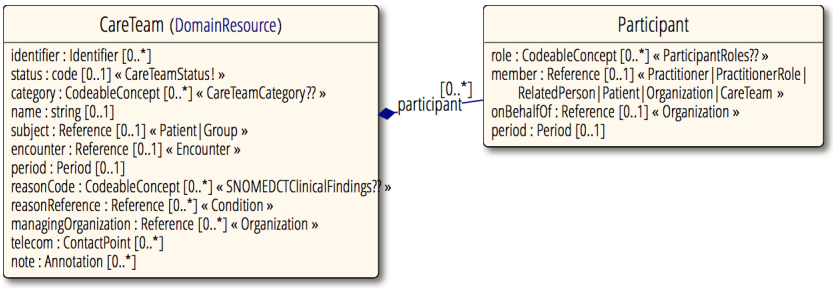


Figura 88: Recurso *CareTeam*

B.19. RelatedPerson

Persona que tiene relación con el paciente pero fuera del ámbito sanitario.

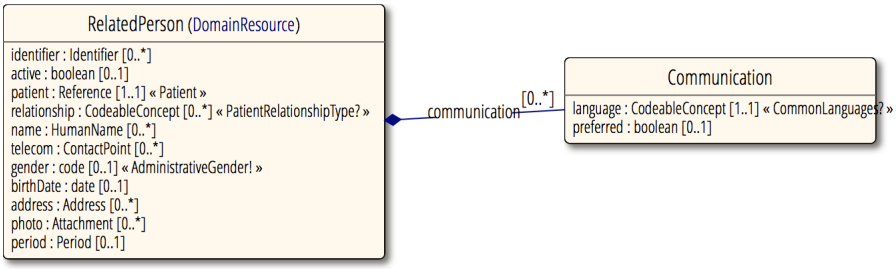


Figura 89: Recurso *RelatedPerson*

B.20. DeviceDefinition

Describe las características y estatus operacional de algún componente de u dispositivo médico.

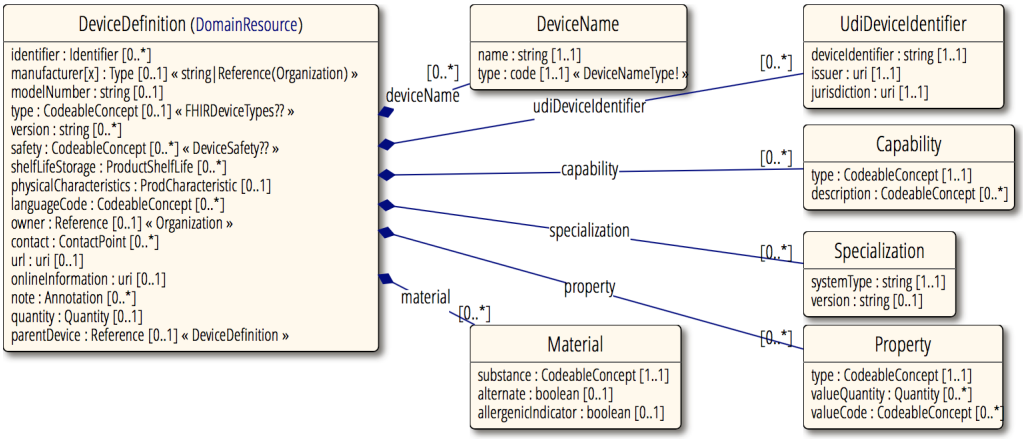


Figura 90: Recurso *DeviceDefinition*

C. Elaboración de Encuestas

C.1. Encuesta paciente

C.1.1. Introducción

Hola! Somos Catalina y Milagros y estamos trabajando en nuestro proyecto final de la carrera de bioingeniería en el ITBA, que consiste en el diseño de una app para ser usada por médicos y enfermeros en hospitales en situaciones de emergencias. El objetivo de la aplicación es que al ingresar un paciente en estado inconsciente incapacitado de responder al interrogatorio médico, el personal de salud pueda acceder a datos relevantes en la historia clínica electrónica del paciente, validando la identidad del mismo (utilizando reconocimiento facial para verificar que la cara de la persona coincida con la foto en su DNI). La siguiente encuesta es de carácter anónimo con el fin de evaluar el impacto posible de la aplicación. Ninguna respuesta es obligatoria. Agradecemos tu colaboración!!

C.1.2. Caracterización

1. ¿Cúantos años tenés?
   - Entre 18 y 30 años
   - Entre 30 y 45 años
   - Entre 45 y 60 años
   - Más de 60 años
2. ¿Dónde vivís?
   - CABA
   - GBA
   - Interior del País

C.1.3. Establecimientos de salud

3. ¿Cuántas veces has asistido a la guardia de un hospital/centro de salud en los últimos dos años?
   - Ninguna
   - Entre 1 y 5
   - Entre 5 y 10
   - Más de 10
4. ¿Cuántas de estas fueron situaciones de necesidad de atención inmediata (emergencia) ?
   - Ninguna
   - Entre 1 y 5
   - Entre 5 y 10

- Más de 10

5. ¿Has utilizado los hospitales/centros de salud públicos de CABA?
   - Si
   - No
6. Si la respuesta anterior es si, ¿qué tan modernos tecnológicamente los consideras?
   - 0 (Para nada tecnológico)
   - 1
   - 2
   - 3
   - 4
   - 5 (Muy tecnológico)
7. ¿Cuánto tiempo has esperado hasta que te atiendan?
   - Entre 5 y 15 minutos
   - Entre 15 y 30 minutos
   - Entre 30 y 60 minutos
   - Más de 1 hora

C.1.4. Biometría

1. ¿Estás familiarizado/a con el reconocimiento facial?
   - Si y se de qué se trata
   - No y no se de qué se trata
   - Si escuché, pero no se de que se trata
2. ¿Sabes si existen leyes de protección de datos para el uso del reconocimiento facial?
   - Si
   - No
   - Tal vez
3. ¿Consideras útil la validación de la identidad para ciertos trámites personales? (Validación la identidad: Utilizar reconocimiento facial para verificar que la cara de la persona coincida con la foto en su dni)
   - Si
   - No
   - Tal vez
4. ¿Conoces los beneficios de la biometría (reconocimiento facial, huella dactilar) en el ámbito de salud?

- Si
- No
- Tal vez

C.1.5. Datos médicos

1. ¿Estás familiarizado/a con la historia clínica electrónica?
   - Si
   - No
   - Tal vez
2. ¿Te preocupa la privacidad de tus datos médicos?
   - Si
   - No
   - Tal vez
3. Si estás en una situación de emergencias, ¿te preocuparía que se conozcan tus datos médicos sin tu consentimiento?
   - Si
   - No
   - Tal vez
4. Si respondiste SI, ¿te importa cómo se accede? (con tu número de DNI, con tu nombre, con tu huella digital, con reconocimiento facial)
   - Si
   - No
   - Tal vez
5. ¿Estarías dispuesto/a a que personal de salud autorizado acceda a tu Historia Clínica Electrónica con tu DNI y validación de la identidad con reconocimiento facial? (Validación la identidad: Utilizar reconocimiento facial para veriçar que la cara de la persona coincida con la foto en su DNI)
   - Si
   - No
   - Tal vez
6. ¿Sabías que el error en la verificación de pacientes es la tercera causa de muerte en algunos países?
   - Si
   - No
   - Tal vez

7. Sabiendo eso, ¿Estarías dispuesto/a a que personal de salud autorizado acceda a tu Historia Clínica Electrónica con tu DNI y validación de la identidad con reconocimiento facial? (Validación de la identidad: Utilizar reconocimiento facial para verificar que la cara de la persona coincide con la foto en su DNI.)
   - Si
   - No
   - Tal vez
8. Debido a la pandemia, ¿estás más dispuesto/a a utilizar herramientas para disminuir tu tiempo en el hospital y mejorar tu servicio?
   - Si
   - No
   - Tal vez

C.2. Encuesta personal de salud

C.2.1. Introducción

Hola! Somos Catalina y Milagros y estamos trabajando en nuestro proyecto final de la carrera de bioingeniería en el ITBA, que consiste en el diseño de una app para ser usada por médicos y enfermeros en hospitales en situaciones de emergencias. El objetivo de la aplicación es que al ingresar un paciente en estado inconsciente incapacitado de responder al interrogatorio médico, el personal de salud pueda acceder a datos relevantes en la historia clínica electrónica del paciente, validando la identidad del mismo (utilizando reconocimiento facial para verificar que la cara de la persona coincida con la foto en su DNI). La siguiente encuesta es de carácter anónimo con el fin de evaluar el impacto posible de la aplicación. Ninguna respuesta es obligatoria. Agradecemos tu colaboración!!

C.2.2. Caracterización

Les pedimos que respondan esta encuesta solamente si sos o estudias para ser médico/a o enfermero/a

1. Sos:
   - Médico/a
   - Enfermero/a
   - Estoy estudiando para ser médico/a
   - Estoy estudiando para ser enfermero/a
2. ¿Qué edad tenés?
   - Entre 18 y 30 años
   - Entre 30 y 45 años
   - Entre 45 y 60 años
   - Más de 60 años

3. ¿De qué lugar sos?
    - CABA
    - GBA
    - Interior del País
4. Si ya ejerces como profesional ¿Hace cuánto ejerces tu profesión?
    - Entre 1 y 5 años
    - Entre 5 y 10 años
    - Más de 10 años
5. Si sos estudiante ¿Hace cuánto lo sos?
    - Entre 1 y 4 años
    - Entre 4 y 8 años
    - Más de 8 años

C.2.3. Establecimientos sanitarios

1. Trabajas en un establecimiento sanitario:
    - Público
    - Privado
    - Otro
2. ¿Trabajas o trabajaste en el servicio de guardia?
    - Si
    - No
    - Tal vez

C.2.4. Datos médicos del paciente

1. ¿Cuánta importancia le das a respetar la privacidad de los datos médicos de los pacientes?
    - 0 (Ninguna)
    - 1
    - 2
    - 3
    - 4
    - 5 (Mucha importancia)
2. ¿Qué tan imporante consideras que los datos médicos de los pacientes estén disponibles?

- 0 (No lo considero relevante)
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5 (Muy importante)

3. ¿Te preocupa una incorrecta identificación del paciente en caso de que el mismo esté inconsciente?
   - Si
   - No
   - Tal vez
4. ¿Cometiste errores de identificación en el ingreso de un paciente?
   - Si
   - No
   - Tal vez

C.2.5. Herramientas tecnológicas

1. ¿Te preocupan los fallos en el sistema al utilizar herramientas tecnológicas (cortes de luz, mal internet)?
   - Si
   - No
   - Tal vez
2. ¿Te preocupa la falta de capacitación a la hora de implementar nuevas tecnologías?
   - Si
   - No
   - Tal vez
3. ¿Te preocupa perder tiempo aprendiendo a utilizar nuevas tecnologías sabiendo que lue te ayudarán a hacer tu trabajo más rápido?
   - Si
   - No
   - Tal vez
4. ¿Qué tan útil consideras la Historia Clínica del paciente?
   - 0 (Para nada útil)
   - 1

- 2
- 3
- 4
- 5 (Muy útil)

5. ¿Utilizas la Historia Clínica Electrónica?
   - Si
   - No
   - No la conozco
   - Tal vez
6. Preferís utilizar:
   - La historia clínica en papel
   - La historia clínica en electrónica
7. ¿Qué tan útil consideras las alertas en la Historia Clínica Electrónica?
   - 0 (No las conozco)
   - 1
   - 2
   - 3
   - 4
   - 5 (Muy útiles)
8. ¿Utilizarías una aplicación para acceder únicamente a las alertas/alarmas del paciente en contexto de emergencia en la guardia?
   - Si
   - No
   - No la conozco
   - Tal vez
9. ¿Qué tan moderno tecnológicamente consideras al establecimiento donde trabajas?
   - 0 (Para nada tecnológico)
   - 1
   - 2
   - 3
   - 4
   - 5 (Muy tecnológico)

10. ¿Qué es lo más importante que evalúas en una herramienta tecnológica para la asistencia en tu trabajo?
    - Fácil uso
    - Buena información provista y útil
    - Rapidez
    - Seguridad
    - Diseño
11. Debido a la pandemia, ¿estás más predispuesto/a a utilizar herramientas para agilizar tu trabajo y evitar contacto con el paciente?
    - Si
    - No
    - Tal vez
12. ¿Conoces los beneficios de la biometría (reconocimiento facial o huella dactilar) en el ámbito de salud?
    - Si
    - No
    - Tal vez
    - No sé