



**Universidad de Valladolid**

**PROGRAMA DE DOCTORADO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y  
LAS TELECOMUNICACIONES**

TESIS DOCTORAL:

**Contribución de las Tecnologías de la Información  
y las Comunicaciones para ayudar a la prevención  
del Comportamiento Suicida en Castilla y León:  
*Un enfoque de Machine Learning y Salud Digital***

Presentada por Gema Anabel Castillo Sánchez para optar  
al grado de  
Doctora por la Universidad de Valladolid

Dirigida por:  
Dra. Isabel de la Torre Díez y Dr. Manuel Ángel Franco Martín

2023  
Valladolid, España



# Defensa

---

TÍTULO	Contribución de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para ayudar a la prevención del Comportamiento Suicida en Castilla y León: <i>Un enfoque de Machine learning y Salud Digital</i>
AUTOR	Gema A. Castillo Sánchez
DIRECTORES	Dr. Isabel de la Torre Díez y Dr. Manuel Franco Martín
DEPARTAMENTO	Teoría de la Señal y Comunicaciones e Ingeniería Telemática
<b>TRIBUNAL</b>	
PRESIDENTE	Dr. D.
VOCAL	Dr. D.
SECRETARIO	Dr. D.

acuerda otorgarle la calificación de

En Valladolid, a      de                      del



*Dedicada a todas esas personas que se  
han sentido mal y han buscado ayuda.*

*¡Gracias a Dios por todo!*

# Agradecimientos

Me siento muy agradecida con Dios por permitirme vivir esta experiencia en España junto a mi hijo, quien ha realizado parte de su primaria en Valladolid.

A mis Tutores Manuel e Isabel les agradezco las orientaciones, consejos y recomendaciones para llevar a cabo esta investigación que entrelaza las tecnologías de la información y las comunicaciones con un problema bastante complejo y estigmatizado que es el suicidio. ¡Muchas gracias!

Agradezco a Isabel de la Torre por su compromiso con los estudiantes extranjeros, por su calidad humana, profesional y académica orientándome desde mi trabajo de fin de máster y enseñarme el mundo de las publicaciones con impacto. ¡Muchas gracias!

La colaboración en la investigación es vital, por eso agradezco a la Dra. Begoña García-Zapirain y Dr. Mario Jojoa por la estancia realizada en la Universidad de Deusto. Fue una experiencia enriquecedora que todo investigador debe vivir y más, cuando se comparte el conocimiento y se buscan soluciones a problemas de nivel tecnológico.

A mis compañeras del Grupo de Telemedicina y eSalud de la Universidad de Valladolid, colegas y profesionales que se han ganado mi confianza y respetos por su calidad humana. Gracias Chicas, por todos esos bellos momentos y las discusiones de nivel tecnológico que son necesarias para mejorar la investigación. Un abrazo especial para Susel Góngora, Isabel Herrera y Rosmery Martínez colegas del sector tecnológico, espero que sigan cosechando frutos por todo el trabajo y dedicación que están realizando.

A mi amigo y colega Dr. Ismael Camargo, un gracias no basta, por todo tu apoyo incondicional. Por su experiencia y consejos estratégicos en estos últimos meses agradezco al profesor Miguel López Coronado. Gracias a Senacyt, la institución que ha financiado estos estudios, creyendo en el talento panameño y brindando una experiencia completa, que espero poder retribuir a mi país.

A mi querida hermana Eva, por ser mi apoyo a la distancia, mi familia en Panamá. Agradezco a Jesús y Angela por enseñarme, con paciencia, que Dios es lo más importante en la vida.

Finalmente, a mis amigos de Valladolid, Barcelona y Panamá por toda la confianza y buenos momentos. ¡Se les quiere mucho!



# Resumen

El suicidio es un problema de salud pública. En 2020, se registraron 3 941 muertes por suicidio. En el 2021, se reportaron 4 003 suicidios, manteniéndose como la primera causa de muerte Externa en España. Se estima que el 4.4% de las defunciones en España corresponden a trastornos mentales y comportamiento.

En *Castilla y León* (CyL) durante el 2020 se reportaron 228 muertes por suicidio. La tendencia general de las hospitalizaciones psiquiátricas fue en aumento anual del 2%, durante 11 años (2005-2015) en esta región.

Por su parte, la Organización Mundial de la Salud (OMS) resalta el suicidio como un problema de prioridad para la salud pública, animando a todos los países a desarrollar estrategias de prevención. Sin embargo, ninguna causa o factor por sí sola es suficiente para explicar una muerte por suicidio, dada la complejidad del *Comportamiento Suicida* (CS). Por lo tanto, algunas investigaciones indican que tampoco se logrará la prevención del CS con un único enfoque o estrategia.

Además, la aplicación de las estrategias para la prevención del suicidio depende de la región, recursos disponibles, la voluntad de los interesados y de las políticas locales. En consecuencia, dichas estrategias deben ser organizadas por los gobiernos centrales y las regiones, para reducir las tasas locales de suicidio de manera más efectiva considerando las características regionales. Algunas iniciativas de prevención se pueden dirigir a reducir el riesgo de suicidio inmediatamente después del alta hospitalaria. En ese sentido, los trastornos mentales interactúan con múltiples factores psicológicos y sociales que pueden llevarlas a terminar con sus vidas o intentarlo.

Esta investigación toma en cuenta las estrategias de la región, los recursos disponibles y la elección de algunas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). Con el objetivo de ayudar a la prevención del CS utilizando las TIC en los siguientes aspectos: (1) Identificar los trastornos mentales que más influyen en los reingresos por CS, en los hospitales de CyL al aplicar técnicas de *Machine Learning* (ML) (2) Evaluar una APP para explorar las necesidades de los usuarios/pacientes y ayudar a la prevención CS (*Salud Digital*).

En ese sentido, esta investigación se enfoca en la aplicación de técnicas de *Machine Learning (ML)* para ayudar a identificar los trastornos mentales que influyen en los reingresos de pacientes con CS, en los hospitales públicos de CyL. A partir de ello, y considerando la facilidad de acceso que ofrecen las TIC basadas en la Web y aplicaciones móviles (APP), se plantea un Sistema Propuesto (SP) para innovar en los servicios de salud. Convirtiéndose, en un mecanismo instrumental orientado a la *Salud Digital*.

En esta investigación, se utilizaron dos componentes en la selección de características (FS) por el enfoque ML, con el objetivo de identificar los trastornos mentales que influyen en los reingresos de pacientes con CS, por hospitales en esta región. El primer componente consistió en utilizar la estadística clásica basada en la bondad de ajuste, la cual, es evaluada por la técnica de distribución Chi-Cuadrado( $X^2$ ). El segundo componente implica el uso de las técnicas de ML con tres enfoques distintos como: la entropía, la probabilidad y la relación lineal de las variables. Para la FS se utilizaron técnicas como CHAID y el *ensamble* basado en las salidas comunes de estos algoritmos: Random Forest (RF), Logistic Regression (LR) y Support Vector Machine (SVM). Luego, se realiza un estudio fundamentado en las salidas comunes y la evaluación por parte de expertos, quienes deciden y validan los conjuntos de variables resultantes por hospitales en CyL, según la experiencia clínica. Para ello, se realiza una prueba de medias pareadas no paramétricas, por medio de la prueba de Wilcoxon.

La FS con ML ha permitido identificar los trastornos mentales, los cuales se incluyeron en el diseño del SP. Esta propuesta tecnológica permite un seguimiento al paciente para ayudar a la prevención del CS y posiblemente reducir la carga hospitalaria en CyL.

El SP permite la interacción de los pacientes desde la APP, los cuales pueden acceder sin usuario a toda la información preparada por profesionales de salud mental. En la APP se presentan varios consejos, mitos e información general escogida por profesionales sanitarios para romper el tabú del Suicidio. También, se presentan apartados que pueden ser de utilidad para el paciente, familiares o personas que tengan interés sobre este tema. El *Mindfulness* fue agregado en la APP para que los pacientes puedan manejar sus emociones por medio de estas técnicas de atención plena.

Existe un acceso para los usuarios/pacientes donde pueden registrar los estados de ánimos y preguntas de seguimiento sobre sus pensamientos desde la APP. El registro de pacientes se maneja desde la WEB, donde se debe registrar el trastorno mental que afecta

al paciente y el SP envía notificación vía correo electrónico del Estado de Ánimo del paciente al profesional de salud. La evaluación de la APP se realizó por medio de un estudio cualitativo, basado en un grupo focal conformado por pacientes con CS. Esta evaluación busca explorar /conocer las necesidades y preferencias de este tipo de paciente con el fin de obtener un *feedback* (retroalimentación) de la APP (antes de una futura generalización) en este tipo de usuario/paciente en riesgo real de suicidio.

Las principales conclusiones de esta tesis doctoral son: (1) Las técnicas de ML ayudan a determinar los trastornos mentales que más influyen en el reingreso de pacientes con CS, por hospitales en CyL. (2) Según las técnicas de ML, los trastornos mentales más influyentes en el reingreso hospitalario en CyL son el Trastorno de Adaptación, el Abuso de Alcohol, el Síndrome Depresivo, el Trastorno de la Personalidad y el Trastorno Distímico. (3) Se identifican por medio de técnicas de ML, conjuntos de variables por hospitales en CyL, que más influyen en los reingresos hospitalarios por CS. (4) Los microservicios (WS) incluidos en esta SP han permitido la comunicación tanto de la APP como de la WEB. Específicamente, los WS realizan funciones para validar datos de paciente, registro de los estados de ánimos y preguntas de seguimiento. (5) Al tomar en cuenta los resultados de la evaluación de los pacientes sobre esta APP, se pueden realizar mejoras según los temas identificados en el FG. Por lo tanto, la mejora en Interfaz de Usuario (UI), Experiencia de (UX) y aceptabilidad se puede abordar con objetivos realistas. Este diseño no pretende reemplazar el seguimiento presencial por parte del profesional de salud mental, sino que se presenta como una herramienta complementaria en la atención. La APP para prevenir el CS es prometedora y se debe investigar más en este campo.

La alta heterogeneidad de factores que afectan a nivel social e individual a estas personas con CS provoca que sea un verdadero reto abordar este problema utilizando las TIC. La contribución de esta investigación es poder tomar decisiones sobre el manejo de los trastornos mentales que influyen en los reingresos de pacientes con CS en esta región. Además, los resultados de la evaluación pueden servir a otros diseñadores y desarrolladores de salud digital a conocer las necesidades de este tipo usuario/paciente y ayudar a la prevención del CS.

Utilizar estos enfoques desde las TIC puede ayudar a la prevención del CS y contribuir a nivel técnico, tecnológico y social en la toma de decisiones sobre las estrategias de manejo de estos pacientes.

## Abstract

Suicide is a public health problem. The 3 941 deaths by suicide were registered in 2020. Also, 4 003 suicides were reported in 2021, remaining the leading cause of external death in Spain. Thus, 4.4% of deaths in Spain correspond to mental and behavioral disorders.

In *Castilla y León* (CyL) there were 228 suicide deaths reported (in 2020). The overall trend of psychiatric hospitalizations was an annual increase of 2% during the 11-year period (2005-2015) in this region.

The World Health Organization (WHO) highlights suicide as a priority public health problem, encouraging all countries to develop prevention strategies. However, no single cause or factor alone is sufficient to explain a suicide death, given the complexity of *Suicidal Behaviors* (SB). Therefore, some research indicates that no single approach or strategy will achieve SB prevention either.

In addition, the implementation of suicide prevention strategies depends on the region, available resources, the willingness of stakeholders and local policies. Consequently, such strategies should be organized by central governments and regions to reduce local suicide rates more effectively, considering regional characteristics. Some prevention initiatives are driving to reduce the risk of suicide immediately after hospital discharge. In that sense, mental disorders interact with multiple psychological and social factors that may lead them to end their lives or attempt to do so.

This research considers the strategies of the region, the available resources and the choice of some *Information and Communication Technologies* (ICT). Aiming to help SB prevention using ICT, in the following aspects: (1) Identify the mental disorders that most influence SB readmissions, in CyL hospitals by applying *Machine Learning* (ML) techniques. (2) Evaluate an APP by patients to explore their needs and help SB prevention (*Digital Health*).

In that sense, this research focuses on ML techniques to help identify the mental disorders that influence the readmissions of patients with SB, in public hospitals of CyL. From this and considering the ease of access offered by Web-based ICT and mobile applications (APP), a Proposed System (PS) is proposed innovate in health services. It becomes an instrumental mechanism oriented to *Digital Health*.

In this research, two components were used in the feature selection (FS) by ML approach, with the objective of identifying the mental disorders that influence SB patient readmissions, by hospitals in this region. The first component consisted of using classical statistics based on goodness-of-fit, which is evaluated by the Chi-Square ( $X^2$ ) distribution technique.

The second component involves the use of ML techniques with three different approaches such as entropy, probability, and linear relationship of the variables. For FS, techniques such as CHAID and ensemble based on the common outputs of each algorithm as attribute selector: Random Forest (RF), Logistic Regression (LR) and Support Vector Machine (SVM) were used. Then, a study based on the common outputs and the evaluation by experts, who decide and validate the resulting set of variables by hospitals in CyL, according to clinical experience. For this purpose, a non-parametric paired means test is performed by means of the Wilcoxon test.

The FS with ML has allowed the identification of Mental disorders, which were included in the design of PS. This technological proposal allows for patient follow-up to aid in the prevention of SB and possibly reduce the hospital burden in CyL.

The PS allows interaction between patients from APP, who can access without a user all information prepared by mental health professionals. The APP presents various tips, myths and general information chosen by health professionals to break the taboo of suicide. Also, there are sections that can be useful for the patient, family members or people who are interested in this topic. *Mindfulness* was added to the APP so that patients can manage their emotions through these mindfulness techniques.

In the APP there is access for user/patient where they can register their moods and follow-up questions about their thoughts. Patient registration is managed from WEB, where the mental disorders affecting the patients must be registered and the SP sends notification via e-mail of patient mood to the health professional.

The evaluation of the APP was carried out by means of a qualitative study, based on a Focus Group (FG) made up of patients with SB. The evaluation seeks to explore/know the needs and preferences of this type of patient to obtain feedback of APP (before a future generalization) in this type of user/patient.

The main conclusions of this doctoral thesis are: (1) ML techniques help to identify the mental disorders that most influence the readmission of patients with SB, by the hospital in CyL. (2) According to ML techniques, the most influential mental disorders in hospital readmission in CyL are Adjustment Disorder, Alcohol Abuse, Depressive Syndrome, Personality Disorder and Dysthymic Disorder. (3) By means ML techniques, sets of variables are identified by hospitals in CyL, which most influence hospital readmissions due to SB. (4) The microservices (WS) included in this SP have enabled the communication of both the APP and the WEB. Specifically, the WS perform functions for validating patient data, mood logging and follow-up questions. (5) Considering the results of the patients' evaluation of this APP, improvements can be made according to the issues identified in the FG. Therefore, improvement in User Interface (UI), User Experience (UX) and acceptability can be addressed with realistic goals.

This design is not intended to replace face-to-face follow-up by the mental health professional but can be a complementary tool for their care. APP to prevent SB is promising and more research should be done in this area.

The high heterogeneity of factors that can affect at social and individual levels these people with SB has proved to be a real challenge to address this problem using ICT. The contribution of this research is to be able to make decisions about the management of mental disorders that influence readmissions of patients with SB, by hospital. In addition, the results of the evaluation can help other digital health designers and developers to understand the needs of this type of user/patient.

Using these approaches from ICT can help in the prevent of SB and to contribute at a technical, technological, and social level to decision-making on management strategies for this patient.

## Acrónimos

AI	Inteligencia Artificial
Android	Sistema operativo de móvil basado el núcleo Linux y otro software de código abierto.
APP	Aplicaciones móviles
<i>bagging</i>	embolsado
BD	Base de Datos
CDC	Centro para el control y prevención de enfermedades ( <i>Center for Disease Control and Prevention</i> / Estados Unidos)
CEIm	Comité Ético de la Investigación con Medicamentos área de salud de Valladolid
CIE-10	Clasificación estadística Internacional de enfermedades y problemas relacionados con la salud. Decima Revisión
CMBD	Conjunto Mínimo Básico de Datos
CS	Comportamiento Suicida
CyL	Castilla y León
<i>ensemble</i>	Métodos de Conjunto
FG	<i>Focus Group</i>
FS	Selección de Características ( <i>Feature Selection</i> )
INE	Instituto Nacional de Estadística de España
iOS	Sistema operativo móvil de Apple
ML	<i>Machine Learning</i>
MOOC	<i>Massive Open Online Course</i>
NN	<i>Neural Network</i>
OMS	Organización Mundial de la Salud
P	Paciente / Participante
PNL	Procesamiento natural del lenguaje
RF	<i>Random Forest</i>
RL	Regresión Logística
SVM	<i>Support Vector Machine</i>
SP	Sistema Propuesto

TIC	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
UI	<i>User Interface</i>
UX	<i>User Experience</i>
WS	Microservicios ( <i>Web Services</i> )

# Contenido

<b>DEFENSA.....</b>	<b>II</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>III</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>I</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>IV</b>
<b>ACRÓNIMOS .....</b>	<b>VII</b>
<b>CONTENIDO.....</b>	<b>IX</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>XIII</b>
<b>LISTA DE TABLAS .....</b>	<b>XIV</b>
<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Motivación y Contexto .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Hipótesis.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Objetivos .....</b>	<b>4</b>
<b>1.4 Metodología .....</b>	<b>5</b>
<b>1.5 Estructura de tesis.....</b>	<b>6</b>
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>7</b>
<b>2. ESTADO DEL ARTE.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1. Antecedentes Clínicos .....</b>	<b>7</b>
2.1.1 Conceptualización.....	7
Clasificación Internacional de Enfermedades y otros problemas.....	7
2.1.2 Epidemiología del Comportamiento Suicida.....	8
2.1.2.1 A Nivel Mundial.....	8

2.1.2.2 España - Castilla y León .....	9
2.1.3 Factores de riesgo .....	10
2.1.3.1 Factores Individuales asociados al riesgo suicida .....	11
Trastorno Mental .....	11
2.1.3.2 Factores de riesgo Familiares y del Entorno .....	13
2.1.4 Estrategias de prevención.....	14
<b>2.2. Antecedentes Tecnológicos .....</b>	<b>17</b>
2.2.1 Aprendizaje Automático (ML).....	17
2.2.1.1 Conceptos Claves .....	17
La inteligencia artificial o Artificial Intelligence (AI) .....	17
Aprendizaje Automático o Machine Learning (ML) .....	18
2.2.1.2 En la literatura .....	18
2.2.2 Aplicaciones Tecnológicas .....	21
2.2.2.1 Conceptos Claves .....	22
e-Health (Salud Electrónica o Salud Digital) .....	22
m-Health (Salud Móvil) .....	22
Ecosistema de software .....	22
2.2.2.2 APP en los repositorios y Literatura .....	22
En los repositorios.....	24
En la Literatura.....	25
2.2.2.3 Aspectos de Seguridad y Privacidad .....	28
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>29</b>
<b>3. MATERIALES Y PACIENTES .....</b>	<b>29</b>
<b>3.1 Bases de Datos .....</b>	<b>29</b>
<b>3.2 Sujetos o Pacientes .....</b>	<b>31</b>
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>34</b>
<b>4. METODOLOGÍA.....</b>	<b>34</b>
<b>4.1 Selección de Características (FS) .....</b>	<b>34</b>
4.1.1 Estadística Clásica .....	35
<i>Análisis de Correlación</i> .....	36
Prueba de Wilcoxon en la Opinión de Expertos .....	37
<b>4.1.2 Técnicas de ML</b> .....	<b>38</b>
<i>FS basadas en ML</i> .....	38
4.1.3 Opinión de Expertos .....	42
<b>4.2 Sistema Propuesto (SP).....</b>	<b>42</b>
4.2.1 Diseño del SP.....	42
4.2.2 Desarrollo e Implementación .....	44

Plataforma WEB.....	44
Base de datos .....	45
Microservicios (WS) .....	45
APP .....	49
<b>4.3 Evaluación de la APP.....</b>	<b>51</b>
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>52</b>
<b>5.    RESULTADOS .....</b>	<b>52</b>
<b>5.1 Selección de Características (FS) .....</b>	<b>52</b>
5.1.1 FS con CHAID .....	52
5.1.2 FS con ML .....	57
Selección de los atributos por el experto .....	60
5.1.3 Opinión de Expertos .....	61
<b>5.2 Sistema Propuesto (SP).....</b>	<b>63</b>
Aceptabilidad.....	66
Experiencia de usuario (UX) .....	66
Interfaz de usuario (UI).....	67
Seguridad.....	67
Usabilidad.....	68
Módulos.....	68
Sugerencias/preferencias .....	70
Comparación con otros programas/aplicaciones .....	71
<b>CAPÍTULO 6 .....</b>	<b>73</b>
<b>6.    DISCUSIÓN.....</b>	<b>73</b>
<b>6.1 Identificación de Trastornos Mentales (FS).....</b>	<b>73</b>
<b>6.2 Evaluación de la APP.....</b>	<b>79</b>
<b>6.3 Limitaciones de la investigación.....</b>	<b>83</b>
<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>85</b>
<b>7.    CONCLUSIONES .....</b>	<b>85</b>
<b>7.1 Contribuciones .....</b>	<b>85</b>
<b>7.2 Principales Conclusiones .....</b>	<b>87</b>
<b>7.3 Líneas Futuras.....</b>	<b>90</b>

---

<b>7.4 Publicaciones Científicas .....</b>	<b>92</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>95</b>
<b>ANEXO 1.....</b>	<b>122</b>
<b>Esquema de la Base de Datos implementada en la plataforma WEB .....</b>	<b>122</b>
<b>ANEXO 2.....</b>	<b>123</b>
<b>Manual de la plataforma Web .....</b>	<b>123</b>
<b>ANEXO 3.....</b>	<b>127</b>
<b>Diseño de Interfaz Usuario (UI) - APP .....</b>	<b>127</b>
<b>ANEXO 4.....</b>	<b>138</b>
<b>Preguntas FG.....</b>	<b>138</b>

## Lista de Figuras

Figura 2.1 - Tasa ajustada de mortalidad por Suicidio [2005-2019] en España & CyL .....	9
Figura 2.2 - Venta de Móviles. A Nivel Mundial: Período 2011-21.....	23
Figura 2.3 - Dispositivos usados para conectarse a Internet - 2021, España.....	23
Figura 2.4 - Sistemas Operativos de Móviles en España – Período: 2012-21 .....	24
Figura 3.1 - Proceso de extracción de la Bases de datos .....	30
Figura 4.1 - Esquema de los métodos aplicados .....	34
Figura 4.2 – Esquema de FS por ML .....	38
Figura 4.3 -Arquitectura del diseño tecnológico.....	43
Figura 4.4- Procesos en la plataforma WEB.....	46
Figura 4.5 – Mapa de Usuario.....	49
Figura 4.6 - Pantalla principal de la APP.....	50
Figura 5.1 - CyL.....	52
Figura 5.2 - Ávila .....	53
Figura 5.3 - Burgos.....	54
Figura 5.4 - León.....	54
Figura 5.5 - El Bierzo .....	55
Figura 5.6 - Palencia.....	55
Figura 5.7 - Salamanca .....	56
Figura 5.8 - Segovia .....	56
Figura 5.9 - Soria.....	57
Figura 5.10 - Zamora.....	57
Figura 5.11 - Prueba de Wilcoxon.....	61
Figura 5.12 - Evaluación por Expertos.....	62
Figura 5.13 - Tema Relevantes del FG.....	64
Figura 5.14 - Estados de ánimos y Preguntas de seguimiento en la APP.....	67
Figura 5.15- Captura de Pantalla del Mindfulness en la APP.....	68
Figura 5.16- Sección “Tengo ideas suicidas” desde APP.....	70

## Lista de Tablas

Tabla 2.1 - Factores de Riesgo Suicida a nivel individual .....	12
Tabla 2.2 - Factores de riesgo familiares y del entorno.....	13
Tabla 2.3 - Estrategias clínicas para la prevención del suicidio en APP.....	27
Tabla 3.1 - Descripción de las Variables en la Bases de datos.....	31
Tabla 3.2 - Descripción de las Variables en Salud Digital.....	33
Tabla 4.1 - Las preguntas de seguimiento .....	47
Tabla 5.1 - Comparativa de FS con CHAID y ML por Hospitales .....	58
Tabla 5.2 - Métricas para ML.....	59
Tabla 5.3 - Características sociodemográficas de los pacientes en el estudio.....	63
Tabla 5.4 - Resumen de las ideas de los pacientes en el FG .....	64

# Capítulo 1

## **1. Introducción**

En este capítulo, se presentan los argumentos que motivan esta investigación y el contexto en que se desarrolla esta tesis doctoral. Se presentan las hipótesis, objetivos, metodología y estructura de la tesis.

### **1.1 Motivación y Contexto**

El suicidio fue la primera causa de muerte externa en España durante el 2020, con 3 941 personas fallecidas (INE, 2021). Para el año 2021, se reportaron 4 003 muertes por suicidio (INE, 2022). El 4.4% de las defunciones en España corresponden a trastornos mentales y de comportamiento (INE, 2021). En Castilla y León (CyL), murieron 228 personas por suicidio durante el 2020 y 236 en el 2021 (INE, 2021). En CyL, la tendencia general en las hospitalizaciones psiquiátricas tuvo un aumento anual del 2% durante el lapso de 11 años (2005-2015) (Llanes-Álvarez et al., 2021).

La prevención del suicidio es una prioridad para los gobiernos (Saxena et al., 2014) que se ha trasladado a los Sistemas de Salud, los cuales, están desarrollando e implementando programas de prevención del suicidio (M. E. Larsen et al., 2015, 2016; Mishara et al., 2013).

La revisión de (Zalsman et al., 2016) sugiere que ninguna estrategia de prevención del suicidio es mejor que las demás. En consecuencia, se pueden implementar al mismo tiempo varias recomendaciones y seguir distintas acciones para la prevención (Setkowski et al., 2020). Aunque no se pueden prevenir todos los suicidios, tal vez, con una evaluación e intervención a tiempo se puede dar lugar a una reducción del riesgo en pacientes (Bobes García et al., 2011).

Los esfuerzos adicionales de prevención del suicidio pueden dirigirse mejor a reducir el riesgo de suicidio inmediatamente después del alta hospitalaria (Williams et al., 2018). Si bien los trastornos mentales por sí solos no explican el suicidio, es un hecho

establecido que en la mayoría de los casos existe un trastorno mental subyacente, e interactúa con múltiples factores psicológicos y sociales, que pueden llevar a algunas personas a terminar con su vida o intentarlo (Haw & Hawton, 2015).

De lo anterior, esta investigación tiene el objetivo general de utilizar las TIC para ayudar a prevenir el comportamiento suicida (CS) de pacientes. Para ello, se enfoca primeramente en la aplicación de técnicas de aprendizaje automático (Machine Learning: ML) (Obermeyer & Emanuel, 2016), para identificar los trastornos mentales que más influyen en los registros de pacientes hospitalizados con comportamiento suicida (CS) en CyL (Castillo-Sánchez, Acosta, et al., 2022).

De acuerdo con los datos disponibles, aplicar técnicas de ML puede ayudar a identificación de los trastornos mentales y métodos de suicidio relacionados con CS, los cuales son clave para poder comprender los reingresos en cada hospital y establecer estrategias de prevención en CyL utilizando las TIC.

De acuerdo con (You et al., 2020), las intervenciones impulsadas por políticas o estrategias deben ser organizadas por los gobiernos centrales y las regiones, considerando las características regionales para reducir las tasas locales de suicidio de manera más efectiva. Los servicios de salud se pueden innovar por medio de un enfoque de Salud Digital, brindando un servicio por medio de las TIC a estos pacientes con CS y trastornos mentales que influyen en los reingresos hospitalarios dentro de esta región.

En ese sentido, esta investigación se ha centrado en la identificación de los trastornos mentales y los métodos de suicidio de los pacientes con CS en esta región. A partir de ello, se consideran los trastornos mentales identificados por técnicas de ML, en el diseño del sistema propuesto y se realiza una evaluación por parte de los pacientes de la APP. Es necesario señalar, que una de las mayores dificultades es identificar en qué momento y que tipo de información se pueden recolectar de los datos de pacientes con CS. Es por ello, que la evaluación de la APP propuesta se enfoca en la necesidad de conocer el compromiso y preferencias de este tipo de paciente.

De esta manera, esta investigación ha considerado la facilidad de acceso que ofrecen las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) basadas en la WEB y APP, como herramientas útiles en la prevención del CS, especialmente en población adulta en riesgo (Kennard et al., 2015; Lancaster et al., 2014; M. E. Larsen et al., 2016; Mishara et al., 2013). La evaluación realizada ha permitido identificar los requerimientos

en cuanto al diseño, para que sean más aceptados y de utilidad en la atención de pacientes con CS.

La base conceptual de esta propuesta tecnológica, ha tenido en cuenta el estudio (Melhem et al., 2019), donde se indica que monitorear el estado de ánimo puede ayudar a reducir su gravedad y la fluctuación en los pacientes con el CS. De igual manera, diferentes tipos de intervenciones pueden ayudar a prevenir futuros intentos de suicidio, como la evaluación clínica, respuesta a crisis personalizada, planes de seguridad y contacto de seguimiento (Martinengo et al., 2019; Zortea et al., 2020).

Considerando lo anterior, la tecnología propuesta busca apoyar a la prevención del suicidio, al permitir un seguimiento o monitoreo de estados de ánimos, plan de seguridad y el *Mindfulness*, como una actividad opcional que les ayude a manejar sus emociones. Además, se presentan consejos e información sobre el suicidio para personas interesadas en el tema.

Al respecto, se están desarrollando y probando de manera creciente nuevos programas para la prevención del suicidio, basados actualmente en el uso de aplicaciones móviles (Castillo-Sánchez et al., 2019; de la Torre et al., 2017). Algunas intervenciones que utilizan tecnologías emergentes han mostrado que los contactos de seguimiento repetidos parecen reducir el riesgo (Luxton et al., 2013).

Por otro lado, los aspectos técnicos en el desarrollo de aplicaciones deben estar fuertemente apoyados por la experiencia de los profesionales sanitarios y pacientes, para lograr la humanización de los servicios de estas aplicaciones (Castillo-Sánchez et al., 2019; Gagnon et al., 2015).

## **1.2 Hipótesis**

Como fue descrito anteriormente, el suicidio es un tema muy complejo, por la variedad de factores endógenos y exógenos que influyen en el CS. Por lo tanto, es necesario tomar en cuentas las estrategias de prevención del Suicidio de esta región (Gerencia Regional de Salud de Castilla y León, 2022), como una aproximación para abordar dicha complejidad.

Esta investigación se enfoca en las estrategias de la región (Gerencia Regional de Salud de Castilla y León, 2022), la elección de algunas TIC y los recursos disponibles para apoyar a la prevención del CS en los siguientes aspectos: (1) Determinar en cada

hospital de la región de CyL, los trastornos mentales que más influyen en los reingresos por CS. (2) Evaluar la APP por parte de pacientes con CS para explorar las necesidades de esos usuarios. Todo ello, con el objetivo general de utilizar las TIC para ayudar a la prevención del CS.

Considerando estos aspectos, se presenta las hipótesis ( $H_i$ ) de investigación subyacentes que dirigen el enfoque de esta tesis:

$H_1$ : *Las técnicas de ML ayudan a identificar los trastornos mentales que influyen en los reingresos por CS en los hospitales de CyL.*

$H_2$ : *La evaluación de la APP permite explorar las necesidades de los pacientes con CS para ayudar a la prevención del CS.*

En resumen, con los resultados de esta investigación se pueden tomar decisiones y formular estrategias enfocadas en el manejo de pacientes con trastornos mentales relacionados con CS. El manejo de esos pacientes se puede innovar por medio de un sistema propuesto (SP) que considere algunas características y estrategias de esta región. El sistema propuesto fue evaluado para explorar las necesidades de este tipo de usuario / paciente con CS. Es importante resaltar que este tipo de intervenciones tecnológicas son complejas porque involucran la participación de las partes interesadas.

### 1.3 Objetivos

El objetivo principal de la investigación es: utilizar las TIC para ayudar a prevenir el *comportamiento suicida* de pacientes. Este objetivo principal se logra a partir de la consecución de los siguientes objetivos específicos:

1. Aplicar técnicas de ML para identificar los trastornos mentales que influyen en los reingresos de pacientes con CS, en los hospitales de CyL.
2. Analizar las aplicaciones móviles dirigidas a la prevención del suicidio y determinar algunos factores relevantes en su diseño y desarrollo.
3. Evaluar la APP para explorar las necesidades de los pacientes y ayudar a la prevención del CS.

## 1.4 Metodología

Con el fin de lograr los objetivos propuestos en esta tesis doctoral se estableció la siguiente metodología:

- 1- Inicialmente en esta investigación se realiza la selección de características (FS), por medio de las técnicas de ML a la base de datos anonimizada de pacientes de CyL, desde 2005 al 2015. Los métodos empleados para lograr esta parte de la investigación fue la aplicación de técnicas como CHAID (Jojoa et al., 2021) y el *ensamble* (Método de conjunto) basado en las salidas comunes de los siguientes algoritmos selectores de atributos: Random Forest (RF) (Wang et al., 2021), Logistic Regression (LR) (Qasim & Algamal, 2018) y Support Vector Machine (SVM) (Jojoa-Acosta et al., 2021) para responder a H<sub>1</sub>.

Los resultados de aplicar técnicas de ML se comparan con los resultados estadísticos tradicionales y finalmente, se realiza una evaluación de expertos para poder validar los resultados obtenidos sobre los trastornos mentales que influyen en los reingresos de pacientes por hospitales en CyL. La opinión de expertos se contrasta por medio de la prueba no paramétrica, de medias pareadas, de Wilcoxon.

- 2- La identificación de los trastornos mentales que influyen en los reingresos hospitalarios nos permite focalizar al tipo de paciente/usuario a quien va dirigido el sistema propuesto. El sistema propuesto está basado en WEB y APP que puede ser utilizada en un dispositivo móvil con Android. Los profesionales sanitarios participaron y fueron involucrados en este diseño. Las principales características incluidas en el diseño preliminar fueron: el registro de los trastornos mentales que más influyen, un monitoreo de los estados de ánimos de los pacientes debidamente identificados, preguntas de seguimiento relacionado con sus pensamientos y se brinda información de apoyo sobre el suicidio. Se presentan consejos, plan de seguridad, y otros apartados relacionados con el suicidio preparados por profesionales de salud mental. Adicionalmente, se promueve el *Mindfulness* como actividades opcionales para el manejo emocional.
- 3- La evaluación de la APP se realizó por medio de un estudio cualitativo, basado en la técnica de grupo focal, conformado por pacientes con CS para responder a H<sub>2</sub>.
- 4- Publicar los resultados obtenidos en revistas científicas de impacto y congresos.

## 1.5 Estructura de tesis

Esta tesis doctoral está estructurada en:

- El Capítulo 1 donde se presenta la introducción, hipótesis, objetivos y metodología de la investigación.
- El Capítulo 2 presenta el estado del arte donde se revisa la literatura científica a nivel clínico y tecnológico. Resulta importante abordar ambos campos, para que la investigación sea comprendida en el contexto en que ha sido posible aplicar técnicas de ML y la evaluación el sistema propuesto por medio de la APP.
- En el Capítulo 3 se presentan los materiales disponibles utilizados, en esta investigación: la base de datos registros de pacientes con CS de los hospitales de CyL y la estructura de la base de datos creada para almacenar los datos de pacientes que probaron de manera preliminar el diseño propuesto.
- En el Capítulo 4 se explica detalladamente la metodología utilizada en esta investigación.
- El capítulo 5 se presentan los resultados alcanzados.
- El capítulo 6 se plantea la discusión de los principales resultados comparándolos con estudios similares y las limitaciones de esta investigación.
- Finalmente, en el capítulo 7 se presentan las contribuciones, conclusiones, las líneas de investigación futuras y las publicaciones realizadas durante esta tesis doctoral.

# Capítulo 2

## 2. Estado del Arte

En este capítulo, se presenta la revisión de la literatura científica de los antecedentes a nivel clínico y tecnológico para abordar la prevención del comportamiento suicida (CS) desde un enfoque de ML y Salud Digital.

### 2.1. Antecedentes Clínicos

#### 2.1.1 Conceptualización

Los Comportamientos Suicidas (CS) se refieren a una conducta difícil de comprender, en el que influyen múltiples factores, entre ellos los biológicos, clínicos, psicológicos y sociales (Cheng et al., 2000). Hasta su definición ha evolucionado con el pasar del tiempo. Según el Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) se ha considerado las siguientes definiciones relacionadas al suicidio:

**Suicidio:** “Muerte causada por un comportamiento perjudicial autodirigido con cualquier intención de morir como resultado del comportamiento”(Crosby et al., 2011). Otra definición utilizada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) “El suicidio es el acto deliberado de matarse a sí mismo”(WHO. et al., 2014).

**Intento de suicidio:** “Un comportamiento no mortal, potencialmente perjudicial, dirigido hacia uno mismo, adoptado con la intención de morir a causa de dicho comportamiento. Los intentos de suicidio pueden o no tener como resultado una lesión”(Crosby et al., 2011).

**Ideación Suicida:** “Pensamientos de involucrarse en conductas relacionadas con el suicidio”(Crosby et al., 2011).

**Comportamientos Suicidas (CS):** “Comportamientos relacionados con el suicidio, incluidos los actos preparatorios, los intentos de suicidio y las muertes”(Crosby et al., 2011).

#### *Clasificación Internacional de Enfermedades y otros problemas*

En 1948 la OMS asumió la responsabilidad de establecer y revisar las nomenclaturas internacionales de enfermedades y causas de muerte (Rodríguez-Marín, 2004). Inicialmente, su uso se limitó a clasificar las causas de mortalidad, tal como se mencionan

en los registros de defunción (WHO: World Health Organization, 2010). El propósito de la Clasificación Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud (CIE) fue permitir el registro sistemático de los datos de mortalidad y morbilidad recolectados en diferentes países para realizar análisis, comparaciones e interpretaciones de tendencias y estadísticas en los diversos períodos del tiempo (WHO: World Health Organization, 2010).

CIE-10 se empezó a usar en los Estados Miembros de la OMS a partir de 1994 (WHO: World Health Organization, 2010). Casi han pasado 30 años desde su implementación, en enero del 2022 comenzó una nueva era con las reglas del CIE-11, que incluyen más gobernanza digital para garantizar que se mantenga vigente, los datos de salud continúan la transición a sistemas de datos conectados a nivel mundial y en tiempo real (Harrison et al., 2021).

## 2.1.2 Epidemiología del Comportamiento Suicida

### 2.1.2.1 A Nivel Mundial

Según OMS, en el mundo mueren 703 000 personas al año por suicidio (World Health Organization, 2021b). La tasa global de suicidios estandarizados fue de 9 por 100 000 habitantes en el 2019, con alta variación entre países que va desde menos dos a más de ochenta suicidios por 100 000 personas. El suicidio fue la cuarta causa principal de muerte en jóvenes de 15 a 19 años para ambos sexos en el mundo (World Health Organization, 2021b).

La tasa estandarizada de suicidio por edad de la región europea fue de 10.5, la región de África con 11.2 y el Sudeste Asiático 10.2 por 100 000 habitantes, están por encima del promedio mundial en 2019 (World Health Organization, 2021b). Los países con la tasa de suicidio más altas fueron Rusia, Lituania y Letonia. Por otro lado, Turquía, Grecia e Italia fueron los países que tienen las tasas más bajas (Gerencia Regional de Salud de Castilla y León, 2022; World Health Organization, 2021b). Las muertes por suicidio a nivel mundial ocurrieron en países de ingresos bajos y medios (77%).

La tasa mundial de suicidios estandarizados por edad fue mayor en hombres 12.6 que en mujeres 5.4 por cada 100 000 habitantes, siendo 2.3 veces mayor en hombres que en mujeres según la OMS (World Health Organization, 2021b).

El 58% de los suicidios ocurrieron antes de los 50 años. El 88% de los adolescentes que murieron por suicidio procedía de países de ingresos bajos y medios (World Health Organization, 2021b).

OMS ha estimado que el 20% de los suicidios, a nivel mundial se cometen por intoxicación con plaguicidas en zonas rurales, en países con bajos y medianos ingresos (World Health Organization, 2021b). El ahorcamiento y las armas de fuego fueron otros métodos comunes para suicidarse (World Health Organization, 2021b).

Al comparar países se debe considerar la metodología utilizada por la OMS en la recogida de datos, la calidad de los datos y la estigmatización que acompaña al suicidio. En muchas sociedades, la estigmatización del suicidio puede conllevar a que el tratamiento de los datos no tengan la misma metodología, calidad y precisión (posiblemente pueden existir casos con una infraestimación de los registros) (Gerencia Regional de Salud de Castilla y León, 2022).

### 2.1.2.2 España - Castilla y León

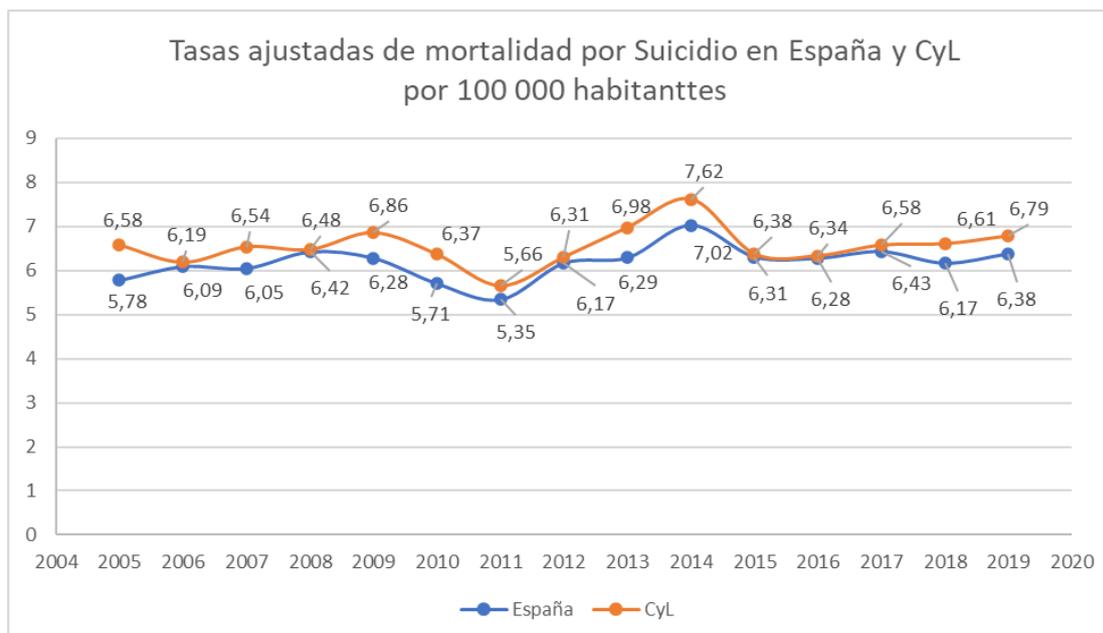


Figura 2.1 - Tasa ajustada de mortalidad por Suicidio [2005-2019] en España & CyL

Fuente: INE y (Gerencia Regional de Salud de Castilla y León, 2022).

En la Figura 2.1, podemos observar la variación de los últimos 16 años de las tasas ajustada de muertes por suicidio en España y en CyL por cada 100 000 habitantes, donde

se observa que la tasa de CyL fue de 6.79, ligeramente superior a la España con 6.38 en el 2019 (Gerencia Regional de Salud de Castilla y León, 2022). En tasas ajustadas en CyL se observa valores similares a la de España en los últimos años, según la figura 2.1.

Las muertes por suicidio o lesiones autoinfligidas en el 2019 fueron de 3 671 personas (Gerencia Regional de Salud de Castilla y León, 2022). Según el Instituto Nacional de Estadística de España (INE), 3 941 personas se suicidaron en el 2020 (INE, 2021) y en el 2021 fueron 4003 muertes por suicidio, manteniéndose como la primera causa de muerte externa, (INE, 2022).

Según el INE, CyL registró 236 muertes por suicidio en el 2021. Durante el 2020 fueron 228 por suicidio en esta región (INE, 2021). En el 2019, se registraron 218 suicidios en CyL, siendo 165 por hombres y 53 por mujeres (Gerencia Regional de Salud de Castilla y León, 2022). Durante las últimas décadas, la tasa bruta de suicidios por 100 000 habitantes en CyL se ha mantenido por encima de la media española, siendo los últimos 6 años superior a un punto (Gerencia Regional de Salud de Castilla y León, 2022).

En CyL, las tasas brutas de suicidio por rango de edad y sexo muestran que los hombres desde los 79 años incrementan el riesgo, con una tasa de 44.10 por 100 000 habitantes. En las mujeres, el segmento de 40 a 49 años, muestra una tasa de 6.66 por 100 000 habitantes siendo la más elevada, el resto de los grupos de edad se muestran constantes (Gerencia Regional de Salud de Castilla y León, 2022).

La vivienda particular es el lugar donde más ocurre el suicidio, en comparación con un lugar público según (Cordner et al., 2020). En CyL sucede de igual manera. Los principales métodos utilizados fueron el ahorcamiento en el medio rural y la precipitación en el urbano, por razones culturales y las limitaciones de las armas de fuego en España (Gerencia Regional de Salud de Castilla y León, 2022).

La comorbilidad psiquiátrica identificada más frecuente fueron los trastornos del estado de ánimo (F30-39 CIE-10)(Prieto Lorenzo et al., 2021). El 4.4% de las defunciones en España corresponden a trastornos mentales y de comportamiento, en el 2020 (INE, 2021).

### 2.1.3 Factores de riesgo

Los factores se refieren a los aspectos que pueden incrementar el CS, la ideación, la tentativa y el suicidio (Gerencia Regional de Salud de Castilla y León, 2022). Estos aspectos se relacionan con el entorno y situaciones familiares e individuales de cada

persona (Gerencia Regional de Salud de Castilla y León, 2022). Ninguna causa o factor por sí sola es suficiente para explicar una muerte por suicidio dada la complejidad de los comportamientos suicidas y por lo tanto, algunas investigaciones indican que tampoco se logrará la prevención del suicidio con un único enfoque o estrategia (Gerencia Regional de Salud de Castilla y León, 2022; Prevention, 2012; WHO. et al., 2014).

En la literatura, se menciona el modelo ecológico social (Dahlberg & Krug, 2006) que contempla el enfoque individual, relacional, comunitario y social, resultando ser un marco útil para comprender los factores de riesgo suicida y de protección. Sin embargo, la aplicación de las estrategias para la prevención del suicidio, dependen de la región, recursos disponibles, la voluntad de los interesados y de las políticas (Gerencia Regional de Salud de Castilla y León, 2022). En esta tesis se toma en cuenta el Plan de CyL.

#### *2.1.3.1 Factores Individuales asociados al riesgo suicida*

El intento o los intentos de suicidios previos han sido considerados como un indicador, de acuerdo con (Agencia de Tecnologías Sanitarias de Galicia, 2012), el riesgo aumenta entre 20 y 30 veces, durante los primeros seis meses y el primer año después del intento. El 80% de las muertes por suicidio lo habían avisado, el 50% de los muertos por suicidio habían comunicado su ideación a un médico en el mes anterior y el 25% tuvo consulta médica en la semana previa (Rioja Salud & Gobierno de la Rioja, 2018).

Los registros sobre los intentos de suicidios en los hospitales españoles tiene una elevada variabilidad entre las comunidades autónomas, lo que indica la diferencia de criterio en el momento del registro (Ministerio de Sanidad et al., 2011). Un estudio poblacional de España (Gabilondo et al., 2007) presentó como resultados que la incidencia de ideas y planes de suicidio fue 4.4% y el 1.5% de tentativas de suicidio, siendo más frecuente en mujeres jóvenes y con bajo nivel educativo.

#### *Trastorno Mental*

Un estudio, sugiere que hasta 90% de las muertes por suicidio presentan uno o más trastornos mentales (Harris & Barraclough, 1997). De igual manera, un estudio encuentra que desde un 30% a un 70% se encontraban deprimidos al momento del suicidio (Isometsä et al., 1994). La investigación (Bachmann, 2018), muestra que la mayoría de los suicidios están relacionados con enfermedades mentales, siendo la depresión, el trastorno por consumo de sustancias y la psicosis los factores más relevantes.

Además, el 87% de las muertes por suicidio tienen antecedentes de trastornos mentales, según un metaanálisis (Arsenault-Lapierre et al., 2004). OMS estimó que el riesgo de suicidio fue el 4% en pacientes con trastornos del estado de ánimo, 7% entre las personas con dependencia al alcohol (WHO. et al., 2014). Los trastornos mentales se han considerado como un factor de riesgo fuerte, especialmente los trastornos afectivos, el uso de sustancias y los comportamiento antisociales en los adolescentes (Beautrais, 2000).

Tabla 2.1 - Factores de Riesgo Suicida a nivel individual

Salud Física		Salud Mental	
Cambios en la Alimentación		Auto abandono	
Autolesiones		Conducta antisocial	
Enfermedad Física limitante o dolor Crónico		Alto nivel de autoexigencia personal (perfeccionismo)	
Abuso de sustancias psicoactivas como el alcohol y/o drogas.		Cambios repentinos en patrones de personalidad y comportamiento.	
Biológicos		Psicológico y rasgos de Personalidad	
Sexo	Edad	Desesperanza	Agresividad
Conducta Suicida		Rigidez Cognitiva	Aislamiento social y familiar
Intento de Suicidio		Impulsividad	Ansiedad
Pensamientos Suicidas		Baja Autoestima o sentimientos de fracaso personal	Problemas de comunicación o habilidades sociales

Fuente: Mann, J John et al. "Suicide prevention strategies: a systematic review." *JAMA* vol. 294,16 (2005): 2064-74. doi:10.1001/jama.294.16.2064 (Mann et al., 2005)

Con respecto a los factores individuales, agrupados como biológicos (ver Tabla 2.1), la muerte por suicidio fue la primera causa de muerte entre mujeres de entre 15 a 29 años y la segunda para los hombres en el mismo grupo de edad (Instituto Nacional de Estadística (INE), 2019). En CyL, el 45% de suicidios fueron en personas con 60 o más años (Instituto Nacional de Estadística (INE), 2019). Este grupo (personas mayores de 60 años) presenta características relacionadas al área rural, pérdida de capacidades cognitivas, viudedad, empeoramiento de la salud, lo que puede incrementar la tasa de suicidios (Kaya et al., 2020; Möller-Leimkühler, 2003; Suso-Ribera et al., 2018).

El grupo de Salud Física que se presenta en la Tabla 2.1, el dolor crónico en personas representa de 2 a 3 veces más el CS (Racine, 2018; Tang & Crane, 2006). Según la OMS, aquellas enfermedades con discapacidad física o fuerte dolor conllevan un mayor riesgo suicida (WHO. et al., 2014).

De acuerdo a la OMS, los hombres presentan mayores tasas de suicidio y las mujeres realizan mayores intentos de suicidio, produciendo la paradoja del género (WHO. et al., 2014). En CyL, la tasa de suicidios en los hombres es casi tres veces más que las mujeres (National Statistical Institute of Spain., 2022).

### 2.1.3.2 Factores de riesgo Familiares y del Entorno

El Suicidio por su naturaleza comparte factores de riesgo individual interrelacionados con factores familiares y del entorno. El hecho de que una persona pueda estar conectada con su comunidad (Kleiman et al., 2012), escuela (Carter et al., 2007), familia (Maimon et al., 2010), adultos o familiares interesados por su bienestar (Capaldi et al., 2012; Lösel & Farrington, 2012), y otros semejantes prosociales como amigos pueden ayudar a su resiliencia y a reducir el riesgo de suicidio (Wyman et al., 2010).

Un estudio encontró que los factores socioeconómicos y los factores psiquiátricos están asociados con un mayor riesgo de suicidio (ver Tabla 2.2), la magnitud del efecto fue mayor en los hombres que en las mujeres (Z. Li et al., 2011).

Tabla 2.2 - Factores de riesgo familiares y del entorno

<b>Factores de riesgo familiares</b>	
Historial familiar de suicidio.	Abuso de drogas en la familia.
Adolescentes con padres divorciados.	Víctimas de abusos sexuales en la familia.
Exposición a violencia, situaciones traumáticas o abusos.	Discordancia en las relaciones de pareja, con iguales o entre padre e hijos.
Ausencia o pérdida de apoyo social o familiar.	Historial de problemas mentales en la familia.
Pérdidas personales recientes (ruptura sentimental, divorcio, viudedad, muerte de un ser querido o familiar).	
<b>Factores de Riesgo en el Entorno</b>	
Problemas legales.	Elevada exigencia académica
Aislamiento y rechazo social debido a la identidad sexual, raza o religión.	Acoso escolar o Bullying y/o Cyberbullying.
Estigmatización de la conducta suicida.	Barreras en el acceso al sistema de salud.
Bajo nivel socioeconómico.	Pérdida del estatus económico (problemas financieros o pérdida del trabajo).

Fuente: Estrategia de Prevención del Suicidio de CyL (Gerencia Regional de Salud de Castilla y León, 2022) basado en (Z. Li et al., 2011) listado no exhaustivo.

En el estudio de (Z. Li et al., 2011), se encontró un mayor riesgo de suicidio tanto para el trastorno psiquiátrico como para la carencias socioeconómicas. En otra investigación, señalan que un ambiente familiar desestructurado (padres separados o divorciados) y el abuso de drogas en la familia pueden condicionar la conducta suicida en los adolescentes (Turecki & Brent, 2016), tal como se presenta en la Tabla 2.2.

Según (Evans et al., 2005), existe una clara asociación entre el maltrato y los suicidios acontecidos durante la infancia y la adolescencia (ver Tabla 2.2). También, el abuso sexual debe alertar sobre el riesgo de conducta e intentos suicidas en los niños (Hawton & van Heeringen, 2009; Kann et al., 2000; Martin et al., 2004).

En la Tabla 2.2, se presentan diversos factores de riesgo como el Ciberbullying (acoso por medio digitales) y el Bullying (acoso o intimidación) como factores de riesgo para posteriores intentos suicidas o muerte por suicidio en adolescentes (Hinduja & Patchin, 2010; Klomek et al., 2010; McMahon et al., 2010).

En general, el historial de familiares con suicidio condiciona un alto riesgo de conducta suicida (Beautrais, 2000; Hawton & van Heeringen, 2009; Sakinofsky, 2007), y más cuando se produce en un familiar cercano (primer grado) (Sakinofsky, 2007).

En la población adulta, el intento de suicidio está asociado a no estar casado, vivir solo, bajo nivel educativo, así como un intento previo (Wiktorsson et al., 2010). En otra investigación, se plantea la situación sobre los factores culturales, acceso al servicio de salud, estatus socioeconómico y la enfermedad física ante un intento suicida en los adultos mayores (Chan et al., 2007).

Existe asociación entre aislamiento social de las personas mayores y el suicidio (Bernert et al., 2014; Heikkinen et al., 1995). Otros factores familiares y del entorno que influyen en el riesgo de suicidio (Tabla 2.2), son el desempleo, los problemas financieros, vivir solos y los problemas de pareja (Ayuso-Mateos et al., 2012; Heikkinen et al., 1995; Wong et al., 2008).

#### **2.1.4 Estrategias de prevención**

La OMS, dentro de sus funciones sobre la salud, ha elaborado diferentes iniciativas en el ámbito de salud mental, como el Plan de Acción Integral sobre la salud mental 2013-2020 (2013) que ha sido actualizado en las opciones de implementación e indicadores para la versión 2013-2030 (World Health Organization, 2021a).

Los objetivos principales se mantienen sin cambios, los cuales van dirigidos al liderazgo eficaz y gobernanza de la salud mental, la provisión de los servicios mentales, asistencia social en entornos comunitarios, implementar las estrategias de promoción y prevención en salud mental y fortalecer los sistemas de información, datos científicos e investigaciones en esta área (World Health Organization, 2021a).

En cuando al Suicidio, la OMS ofrece una amplia información sobre la prevención del suicidio, por ejemplo desde el 2014, “Prevención del Suicidio: un imperativo mundial” (WHO. et al., 2014) con el objetivo de dar relevancia al comportamiento suicida en la salud pública.

La Unión Europea, en el 2016 se estableció el marco para la acción en materia de salud mental y bienestar, con el fin de poner en práctica las políticas efectivas para la prevención y atención de la salud mental en los estados miembros (WELLBEING & UNION, 2016). Dentro del marco europeo, se plantean acciones puntuales como abordar con prioridad la depresión y el suicidio en la salud pública, entre otras acciones.

Desde el 2006, España cuenta con la Estrategia en Salud mental del Sistema Nacional de Salud 2009-2013 (Ministerio de Sanidad et al., 2011), la cual, fue actualizada para el período 2009-2013. A nivel nacional, el Ministerio de Sanidad elaboró la Guía Práctica Clínica de Prevención y Tratamiento de la CS en el 2012, la cual, fue revisada y las recomendaciones siguen siendo vigente según la opinión de expertos del 2020 (Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias de Galicia (avalia-t), 2012).

Los planes de prevención del suicidio en España, así como sus objetivos y medidas propuestas, son similares en las distintas comunidades autónomas (Sufrate-Sorzano et al., 2022). Por lo general, los planes tienen el objetivo de reducir la tasa de suicidio planteando acciones concretas por medio de algunas estrategias (Gerencia Regional de Salud de Castilla y León, 2022).

En concreto, se puede apreciar la importancia de la prevención en salud pública, ya que los objetivos van enfocados al cribado de la población en riesgo y se destaca la preocupación de las Comunidades Autónomas por promover el correcto registro de estas defunciones, a fin de mejorar la calidad de los datos para la investigación (Sufrate-Sorzano et al., 2022).

El suicidio puede ser prevenible en algunos casos, para ello se requiere coordinación y colaboración entre múltiples sectores de la sociedad, sectores sanitarios y no sanitarios como por ejemplo la educación, sectores productivos, el sector tecnológico, justicia, defensa, política y medios de comunicación (Prevention, 2012; Saxena et al., 2014; Stone et al., 2017).

Las estrategias de prevención del suicidio requieren de abordajes globales y multidimensionales, teniendo el objetivo de reducir al mínimo el suicidio, tomando en cuenta que no todos los suicidios pueden ser evitados, por la complejidad del comportamiento

humano (Dahlberg & Krug, 2006; Harris & Barraclough, 1997; Hegerl et al., 2006; Mann et al., 2005; van der Feltz-Cornelis et al., 2011; WHO. et al., 2014).

Desde 1994, se remontan las primeras iniciativas para la prevención de la conducta suicida, en la Comunidad Autónoma de CyL (Junta de Castilla y León & Consejería de Sanidad y Bienestar, 1993). El primer Plan de Salud de CyL incluyó al suicidio en su marco de acción (Junta de Castilla y León & Consejería de Sanidad y Bienestar, 1991).

En el segundo Plan de Salud, se establecieron programas específicos en grupos de riesgo en el 25% de los servicios de psiquiatría y salud mental, así como también las unidades de hospitalización de esta comunidad (Junta de Castilla y León & Consejería de Sanidad y Bienestar, 1998).

El tercer plan promovía objetivos más genéricos como la prevención y programas de seguimiento de personas con intentos de suicidio (Junta de Castilla y León & Consejería de Sanidad, 2008a). El Cuarto plan de CyL, plantea iniciativas sobre la “atención de la conducta suicida” y su evaluación mediante indicadores como la tasa de mortalidad de suicidio y “la implantación proceso de atención a la conducta suicida en todas las áreas de salud de la comunidad” (Junta de Castilla y León & Consejería de Sanidad, 2008b).

En el 2017, se establecen “objetivos de identificar a las personas en riesgo de suicidio, disminuir sus tentativas, reducir la mortalidad por suicidio y asegurar la coordinación asistencial en su atención” (Junta de Castilla y León & Consejería de Sanidad, 2016), entre otras iniciativas como el proyecto EUREGENAS (European Regions Enforcing Actions Against Suicide) (Dumon & Portzky, 2014), contribuyendo con la prevención del suicidio a nivel regional, al implementar estrategias que pueden ser consideradas como buenas prácticas (National Institute for Health and Welfare, 2016).

Desde 2022, el objetivo general de la estrategia para la prevención del suicidio en CyL es : “Disminuir (al máximo posible) la incidencia y la prevalencia del Suicidio en CyL, garantizando una atención adecuada de la persona y sus allegados, mediante el abordaje integral del proceso de prevención, atención y seguimiento de la conducta suicida” (Gerencia Regional de Salud de Castilla y León, 2022).

Para lograr cumplir el objetivo general de la estrategia de prevención en CyL, es necesario enfocarse en estos principios: “La intervención multidisciplinar y coordinada de profesionales de los diferentes ámbitos implicados para prevenir el suicidio” (Gerencia

Regional de Salud de Castilla y León, 2022), “Adecuado conocimiento epidemiológico de la conducta suicida y líneas de investigación para el abordaje con evidencia científica” (Gerencia Regional de Salud de Castilla y León, 2022), “Capacitación profesional de todos los agentes de ámbito sanitario, social y educativo” (Gerencia Regional de Salud de Castilla y León, 2022), así como “la concienciación y sensibilización de la población general sobre la conducta suicida y especialmente en los medios de comunicación” (Gerencia Regional de Salud de Castilla y León, 2022).

## **2.2. Antecedentes Tecnológicos**

Esta investigación se fundamenta en las estrategias de prevención del suicidio de CyL, descritas anteriormente. En ese sentido, es necesario promover la colaboración multidisciplinaria y coordinada de profesionales de los diferentes ámbitos. Además, de considerar los datos disponibles, las oportunidades y el interés de las partes interesadas, en los siguientes aspectos:

- Identificar los trastornos mentales que más influyen en los reingresos de pacientes con CS en los hospitales de CyL.
- Brindar un seguimiento de pacientes por medio de un sistema propuesto, tomando en cuenta los trastornos mentales que más influyen en el reingreso y ayudar a reducir la carga hospitalaria en esta región.

### **2.2.1 Aprendizaje Automático (ML)**

Al tener acceso a una base de datos de registros de pacientes agudos con trastornos mentales de pacientes con CS, se ha aplicado técnicas de ML, con el fin de aportar evidencia científica para abordar las estrategias de prevención del suicidio y considerar las características de la región de CyL.

#### *2.2.1.1 Conceptos Claves*

##### La inteligencia artificial o Artificial Intelligence (AI)

AI “se refiere a los sistemas que pueden actuar, razonar y reaccionar como seres humanos.” (Mondal, 2019).

### Aprendizaje Automático o Machine Learning (ML)

Dentro AI, se encuentra este término (ML), el cual se refiere a “los sistemas contruidos para aprender de los datos históricos o del entorno. Estos sistemas están programados para aprender una tarea.” (Mondal, 2019).

### Selección de Características o Feature Selection (FS)

FS se refiere a “la selección de características en ML, es forma de reducir el número de características, para obtener un subconjunto de características” (Iguyon & Elisseeff, 2003). Es relevante abordar en este punto, donde FS se aplica para mejorar la interpretabilidad de las variables que influyen en este problema, además de ser utilizados para reducir la dimensionalidad y mejorar el rendimiento del aprendizaje, aumentar la eficiencia computacional, disminuir el almacenamiento en memoria y otros casos, construir mejores modelos generalizables (J. Li et al., 2017).

#### *2.2.1.2 En la literatura*

La aplicación de técnicas de ML en investigaciones para la prevención del suicidio, abarcan diversos campos de la medicina y de las TIC (Bernert et al., 2020). Las características dinámicas de los CS siguen siendo difíciles de desarrollar en un modelo de predicción que sea precisa (Nordin et al., 2022). Es por ello, se resume esta parte del estado del arte con los trabajos relacionados en las diversas áreas donde se ha aplicado técnicas de ML, en los temas relacionados al comportamiento suicida.

En una revisión sistemática sobre el uso de ML para la predicción del CS (Nordin et al., 2022) incluyó 35 de 230 estudios encontrados durante enero 2016 a septiembre del 2021 relacionados sobre las técnicas de ML para la predicción del CS. Las técnicas de ML utilizadas encontradas en esta revisión fueron: *Ensemble Method* o Métodos de conjunto, SVM, regresión, regularización, basado en instancias, basado en el método bayesiano, árbol de decisión y redes neuronales (Nordin et al., 2022).

El método de conjunto (*ensemble*) es una técnica utilizada ampliamente en la atención médica actualmente (Parimbelli et al., 2021; Woldaregay et al., 2019). En esta revisión (Nordin et al., 2022), los modelos comunes utilizados en los métodos de conjuntos fueron el embolsado (*bagging*), votación, RF e impulso (*Boosting*). El método de conjunto entrena a varios aprendices para resolver el mismo problema (Zhou, 2012). El *bagging* es la combinación de *bootstrapping* y agregación, combina los aprendices base de manera paralela en diferentes muestras de *bootstrapping* y luego agrega las

predicciones individuales con el peso promedio para formar una predicción final (Nordin et al., 2022).

En la revisión de (Nordin et al., 2021), 30 de los 35 artículos incluidos, utilizaron características demográficas como la edad, sexo, la raza, el origen étnico, el estado civil, el empleo, la educación y el estado socioeconómico fueron tomados en cuenta como variables en el desarrollo de modelos para predecir el CS. Los resultados de las investigaciones mostraron que la edad, el sexo, la educación y el empleo fueron características más relevantes para modelos de predicción que utilizaron RF (Nordin et al., 2022).

Las investigaciones de CS incluyeron variables como las hospitalizaciones psiquiátricas previas, uso de medicamentos específicos y uso de drogas psiquiátricas para crear modelo de predicción. En el estudio de (Iorfino et al., 2020) identificaron el tratamiento con antipsicóticos como uno de los predictores de autolesión en adolescentes. El número de hospitalizaciones fue una variable significativa asociada con el riesgo de suicidio en la esquizofrenia (Hettige et al., 2017). Según (Passos et al., 2016) y (Horvath et al., 2021) destacaron que la hospitalización psiquiátrica es una característica importante para predecir el CS.

El trastorno por uso de sustancias se identificó como predictor importante dentro del grupo de psicopatología externalizante para predecir el CS (Jung et al., 2019; Nordin et al., 2021; Simon et al., 2018), la cual, se refiere a una variedad de trastornos mentales concurrentes en donde las acciones suceden principalmente en el mundo externo como la agresividad, personalidad antisocial, el historial de encarcelamiento y la impulsividad (Krueger & Markon, 2016).

En (Bernert et al., 2020), se realizó una revisión sistemática en la web de artículos publicados desde el inicio hasta el 30 de noviembre de 2018 en PubMed/MEDLINE, EMBASE, PsycINFO y Web of Science, utilizando cadenas de búsqueda relacionadas con el suicidio y el ML.

En esta revisión, concluyó que pocos estudios 13 de 87 se centraban en el riesgo entre trastornos mentales específicas como los trastornos de ánimo (Bernert et al., 2020). La mayoría de los estudios emplearon técnicas de aprendizaje supervisado, que incluyeron métodos de aprendizaje por conjuntos (ensemble usando RF), clasificación de Bayes, árboles de decisión, regresión logística/de mínimos cuadrados y SVM (Bernert et al., 2020).

De las 87 investigaciones de esta revisión sistemática (Bernert et al., 2020), un subconjunto de 13 investigaciones evaluaron el sentimiento emocional entre las notas de suicidio utilizando métodos PNL (Procesamiento Natural del Lenguaje) de ML. La mayoría de los estudios examinaron el riesgo de intentos de suicidio, seguido de muerte por suicidio, ideación suicida y múltiples resultados de riesgo. Una pequeña proporción de estudios predijo el riesgo entre estos grupos, incluidos los que examinaron un resultado indiferenciado (CS no especificado o "suicidio") o aprovecharon los datos de las redes sociales (Bernert et al., 2020).

En una revisión de alcance (Castillo-Sánchez et al., 2020), con el objetivo de resumir los requisitos y métodos utilizados para evaluar del riesgo de suicidio en las redes sociales, se encontraron 15 algoritmos diferentes para implementar los modelos en esta área: SVM, Árbol de decisión (DT), LR, RF, Bayes Naïve (NB), K-Means (KM), Técnicas de aprendizaje profundo (DL), Red Neuronal (NN), Regresión Lineal (LR), K-vecino más cercano (KNN), Máquina de refuerzo de gradiente (GBM), Bosque rotacional (RoF), Partición Alrededor de Medoids (PAM), Análisis jerárquico de componentes (HCA) y reglas de asociación (AR) (Castillo-Sánchez et al., 2020).

SVM fue la técnica más utilizada en 10 de los 16 estudios incluidos (62.5%) en (Castillo-Sánchez et al., 2020).

Con respecto a la plataforma / herramienta utilizada para implementar los modelos basados en ML, según esta revisión (Castillo-Sánchez et al., 2020), la mitad de los estudios incluidos los identificaron a Python como la herramienta más utilizada (6/8, 75%) (Ambalavan et al., 2019; Desmet & Hoste, 2018; Grant et al., 2018; O'Dea et al., 2015; Parraga-Alava et al., 2019; Shahreen et al., 2018). Uno de estos estudios, usó Python y R (Parraga-Alava et al., 2019). Dos de los 8 estudios utilizaron Weka para desarrollar los modelos propuestos (Birjali et al., 2017; Burnap et al., 2017).

En otra revisión, la mayoría de los métodos utilizaron modelos de aprendizaje supervisado (Zhang et al., 2022). Los conjuntos de datos de entrenamiento a menudo requieren anotaciones humanas, lo que suele ser un proceso costoso y que requiere mucho tiempo por el volumen de los datos. Sin embargo, en la tarea de detección de enfermedades mentales, no hay suficientes conjuntos de datos públicos anotados (Zhang et al., 2022).

Los métodos de ML variaron sustancialmente entre los estudios, en el rigor y las pruebas del modelo, así como en el tamaño de las muestras (Bernert et al., 2020; Nordin

et al., 2022). El aprendizaje supervisado fue el más utilizado en comparación con las técnicas de aprendizaje no supervisado, y pocos estudios utilizaron ambos métodos (Bernert et al., 2020).

Los datos que provienen del mundo real contienen características o variables irrelevantes, redundante y ruidosa. Por lo tanto, es importante reducir su dimensionalidad por medio FS, para ayudar en el almacenamiento computacional y su procesamiento se optimice, al mismo tiempo ayuda a evitar la pérdida significativa de información o de la degradación del rendimiento del aprendizaje (J. Li et al., 2017).

La aplicación de técnicas de ML, como la FS es relevante porque aporta las siguientes ventajas: brindar una mejor comprensión del proceso subyacente que generó los datos permitiendo identificar variables que influyen en el problema estudiado, es decir, ayudan a proporcionar predictores más rápidos y rentables, así como su interpretabilidad (Iguyon & Elisseff, 2003).

La FS requiere un criterio u objetivo para encontrar el subconjunto o subconjuntos de variables, de los posibles subconjuntos de variables. En esta investigación el criterio es identificar el conjunto o subconjuntos de variables (trastornos mentales y métodos de suicidio) que influyen en los reingresos de pacientes, por hospitales públicos en CyL. Los componentes de la FS se basan en el criterio de selección y una estrategia de búsqueda. En este caso, la estrategia de búsqueda se plantea por medio la FS por ML.

### **2.2.2 Aplicaciones Tecnológicas**

De acuerdo a la estrategia de prevención del suicidio de brindar atención y seguimiento a la conducta suicida, nace la necesidad de investigar y realizar una revisión de la literatura sobre las tecnologías para la prevención del suicidio (Franco-Martín et al., 2018). En esta revisión se han encontrado diversas intervenciones utilizando tecnologías WEB y móvil para la prevención del suicidio a nivel mundial. Dicha revisión concluye que la colaboración entre el sector tecnológico, profesionales de salud mental, pacientes y familiares es necesaria para avanzar en el desarrollo de nuevas soluciones tecnologías que pueden ayudar a salvar vidas (Franco-Martín et al., 2018).

### 2.2.2.1 Conceptos Claves

#### e-Health (Salud Electrónica o Salud Digital)

E-health, e-Salud o Salud Digital, se ha considerado el siguiente concepto: “un campo emergente en la intersección de la informática médica, la salud pública y los negocios, que se refiere a los servicios de salud y la información proporcionada o mejorada a través de Internet y tecnologías relacionadas.” (Eysenbach, 2001). Sin embargo, se conoce que existen otros conceptos, como el siguiente: “El uso de la tecnología de Internet por parte del público, los trabajadores de la salud y otros para acceder a información, servicios y apoyo sobre salud y estilo de vida” (Wyatt & Liu, 2002).

#### m-Health (Salud Móvil)

*m-Health* es un componente de la *e-Health* gracias a los avances en las comunicaciones (Martínez-Pérez et al., 2013). La OMS define *m-health* como “la práctica médica y de salud pública respaldada por dispositivos móviles, como los teléfonos móviles, [...] y otros dispositivos inalámbricos” (Organization, 2011). En otra definición nos indica: “el uso de dispositivos portátiles con la capacidad de crear, almacenar, recuperar y transmitir datos en tiempo real entre usuarios finales con el fin de mejorar la seguridad del paciente y la calidad de la atención” (Vital Wave Consulting, 2009).

En estos momentos con el amplio uso de las redes de telefonía móvil a nivel mundial, la mayoría de las personas tiene acceso a servicios de comunicación e información en el momento adecuado, así como la disponibilidad de teléfonos inteligentes de bajo costo (Akter & Ray, 2010). La ubicuidad es una característica fundamental y evidente en uso de la plataforma móvil en los cuidados de la salud (Akter et al., 2013).

#### Ecosistema de software

El ecosistema de software se define: “la estructura o estructuras de software en términos de elementos, las propiedades de estos elementos y las relaciones entre estos elementos” (Manikas & Hansen, 2013). *APP*: son aplicaciones móviles diseñadas especialmente para teléfonos móviles inteligentes y cumplen una función específica (McIntosh, 2020).

### 2.2.2.2 APP en los repositorios y Literatura

Según Statista (Statista, 2022), desde el 2011 hasta el 2019 las ventas de teléfonos inteligentes en el mundo presentó una tendencia creciente, con excepción del 2020. Ver

Figura 2.2 donde se presenta la venta de teléfonos inteligentes en millones de unidades en el mundo desde 2011 al 21.

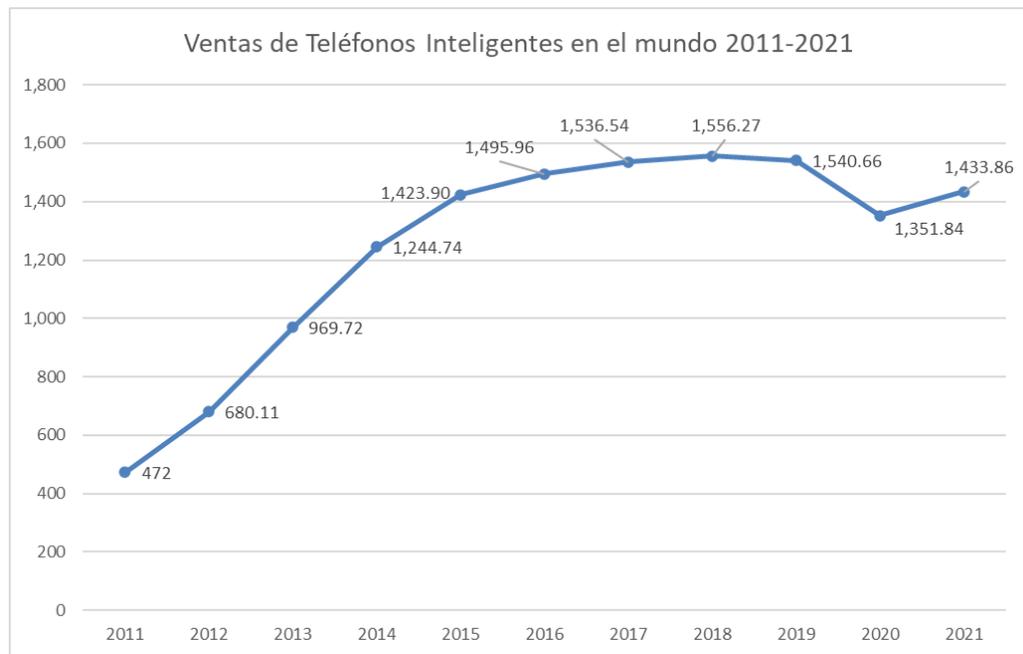


Figura 2.2 - Venta de Móviles. A Nivel Mundial: Periodo 2011-21.

Fuente: Datos Statista. Elaboración Propia

En España, el 93% de los usuarios finales se conectan a internet por medio de un teléfono inteligente, el 72 % por medio de Ordenador Portátil y el 52% por una computadora de mesa en el 2021 (Statista.es, 2021). Ver Figura 2.3.

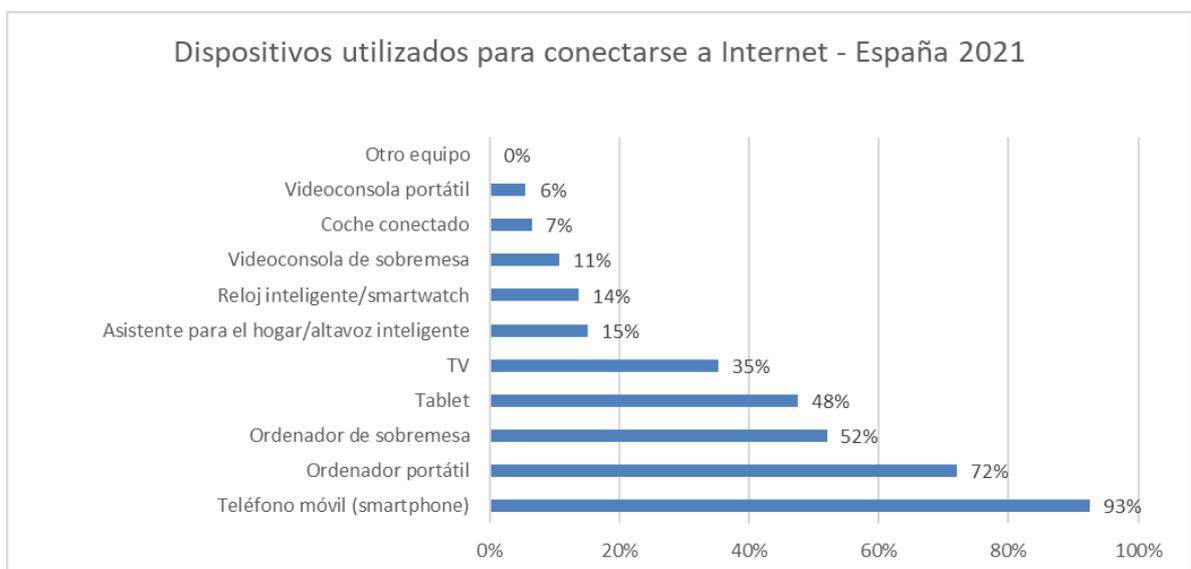


Figura 2.3 - Dispositivos usados para conectarse a Internet - 2021, España

Fuente: Datos Statista. Elaboración Propia

La Figura 2.4, nos permite observar la variación en el tiempo de los sistemas operativos de los teléfonos inteligentes más utilizados en España, desde el 2012 al 2021. Se observan que alrededor de 84% es Android y el 16% es iOS, el resto de sistemas operativos desaparece en el 2021, según (Statista, 2022).

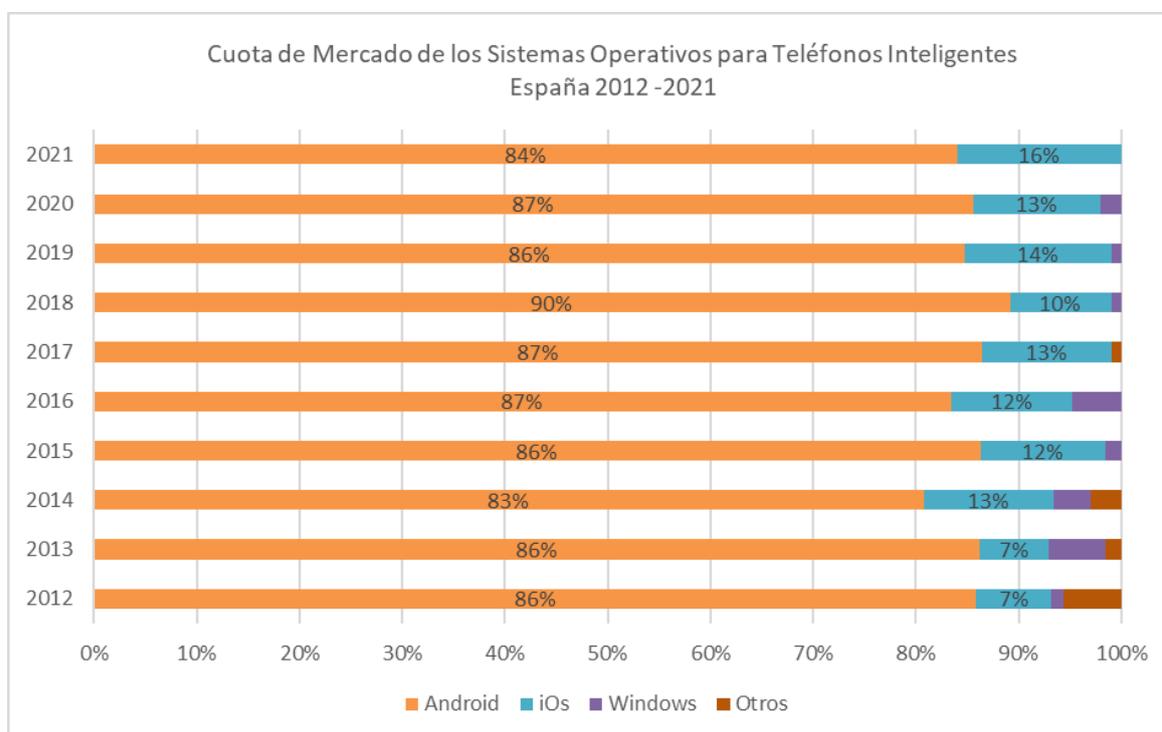


Figura 2.4 - Sistemas Operativos de Móviles en España – Período: 2012-21

Fuente: Datos Statista. Elaboración Propia

Alrededor de 2.72 millones de aplicaciones se encuentran en PlayStore de Google, solamente en noviembre del 2022 según (AppBrain, 2015). El 38% de esas aplicaciones son de baja calidad y Google una vez pasado un trimestre, al parecer elimina esas aplicaciones de baja calidad de su repositorio (AppBrain, 2015).

### En los repositorios

En el 2018, en una revisión de los repositorios de aplicaciones móviles (Google PlayStore y Apple), durante el período del 2007 al 2017, se encontró que 20 APP diseñadas para la prevención del suicidio, siendo la mayoría en Android y gratuitas (de la Torre et al., 2017).

En el 2019, se realizó un análisis de las principales características presentes en las aplicaciones identificadas en el estudio anterior (de la Torre et al., 2017), de las 20 APP publicadas en los repositorios de Aplicaciones de Android (Google Play Store)(Google,

2022). Con respecto a iOS (Sistema Operativo para iPhone) ya no aparecían 4 APP en la revisión realizada en 2018 (Castillo-Sánchez et al., 2019).

En el análisis realizado (Castillo-Sánchez et al., 2019), aproximadamente el 82% se encuentran en idioma inglés, el 63% de las APP se encuentra en Android, la calidad técnica no se puede determinar en función de la calificación general o cantidad de descargas, por lo tanto, es necesario una evaluación de las APP para poder inferir sobre el cumplimiento del objetivo por el cual fue creado (Castillo-Sánchez et al., 2019).

Los aspectos técnicos, en el desarrollo de aplicaciones deben estar fuertemente apoyado de la experiencia de los profesionales sanitarios para lograr la humanización de los servicios de estas aplicaciones (Castillo-Sánchez et al., 2019; Gagnon et al., 2015), de tal manera, que puedan ayudar a la prevención del suicidio. En el estudio (Rodríguez-Pulido et al., 2020), recomiendan más investigación y desarrollo de terapias para tratar de la depresión por medios tecnológicos en idioma en Español.

El auge del uso de los móviles, ha permitido que existan más de 10,000 aplicaciones relacionadas con la salud mental, en los repositorios, siendo muy pocas revisadas sistemáticamente, lo que pone en duda si pueden ayudar a las personas a lidiar con pensamientos suicidas (Torous & Roberts, 2017).

### En la Literatura

En el 2017, se encontraron artículos relevantes en la literatura científica que aún siguen siendo vigente (de la Torre et al., 2017), por ejemplo, en un estudio recomiendan que se debe desarrollar cuidadosamente una herramienta de salud digital, con las siguientes características: protección de datos, ergonomía, elección de preguntas, para aumentar su aceptación de los pacientes y los profesionales (Berrouiguet et al., 2016).

En (Aguirre et al., 2013) se concluyó que se debe planificar y desarrollar las aplicaciones para posteriormente realizar una evaluación continua. En una evaluación piloto de una APP dirigida a adolescentes suicidas y sus padres (McManama O'Brien et al., 2017), mostraron resultados positivos para la usabilidad, aceptabilidad y utilidad de la misma.

Un gran número de las aplicaciones reportadas en la literatura científica no están disponibles públicamente (Donker et al., 2013). Algunas de ellas no presentan respaldo empírico o no están integradas en la atención clínica (Braciszewski, 2021).

**Aceptación de la Tecnología en la salud móvil:** Según esta revisión (Nadal et al., 2020), los autores proporcionaron una variedad de interpretaciones del concepto de aceptación de la tecnología. Algunos se basaron en constructos presentes en el modelo TAM (Fred, 1980). Los factores relacionados con la naturaleza sensible de las tecnologías de atención médica (como el estigma percibido) deben vincularse con la creencia en salud y la precisión de la información de salud (Cheung et al., 2019).

Este estudio revela que los factores de salud, incluida la creencia en salud y la precisión de la información de salud, se relacionan positivamente con la utilidad percibida de los consumidores, lo que a su vez contribuye a las intenciones de adopción de los consumidores (Cheung et al., 2019). Según (Terrade et al., 2009) presenta una distinción entre las etapas de aceptabilidad (pre - uso) y aceptación (uso inicial). El uso continuo aceptabilidad-aceptación-sostenida se propone en (Nadal et al., 2020). Siguiendo las investigaciones anteriores, los modelos de aceptación deben tener en cuenta el contexto cultural y de salud, de los usuarios finales (Nadal et al., 2020).

En otra revisión, se encontraron 4 artículos sobre la evaluación de las aplicaciones “iBobbly, Virtual Hope Box, BlueIce y Therapeutic Evaluative Conditioning” (Melia et al., 2020) concluyendo que la heterogeneidad de los resultados podrían tener una repercusión positiva sobre la prevención del suicidio (Melia et al., 2020).

En el 2017, Virtual Hope Box fue evaluado por medio de un ensayo controlado aleatorio, como una APP útil para el tratamiento, una herramienta de fácil acceso que puede aumentar las habilidades de afrontamiento del estrés (Bush et al., 2017).

Una revisión sistemática encontró que solo 5 de las 69 aplicaciones incluidas para la prevención de la depresión y el suicidio ofrecieron las seis (6) estrategias de prevención del suicidio basadas en evidencia (Martinengo et al., 2019) (ver Tabla 2.3). Sólo 4 aplicaciones cumplieron las estrategias basadas en la práctica clínica para la prevención del suicidio (Martinengo et al., 2019).

De las 69 aplicaciones incluidas solo 46 aplicaciones tenían el objetivo de prevenir el suicidio (Martinengo et al., 2019), la mayoría de las aplicaciones incluidas contaban al menos con tres estrategias de prevención del suicidio (ver Tabla 2.3). DMHS Suicide Prevention, MoodPath, Prevent Suicide - NE Scotland, Stay Alive, Suicide Safety Plan, Suicide? Help! fueron informadas en (Castillo-Sánchez et al., 2019; de la Torre et al.,

2017), las cuales fueron incluidas en la revisión (Martinengo et al., 2019). La alta rotación en los repositorios de Google y iOS es notable en varias revisiones (Castillo-Sánchez et al., 2019; M. E. Larsen et al., 2016; Martinengo et al., 2019).

Tabla 2.3 - Estrategias clínicas para la prevención del suicidio en APP

Prevención del Suicidio basada en la evidencia	
Estrategias	Características
1. Seguimiento del estado de ánimo y pensamientos suicidas	Evaluar el riesgo agudo de suicidio, incluir el estado de ánimo, los desencadenantes de pensamientos, los planes de suicidio y los factores de protección (razones para vivir, expectativa de futuro, habilidades de afrontamiento o resolución de problemas)
2. Desarrollo de un plan de seguridad	Definir una lista estandarizada, estructurada.
3. Recomendación de actividades	Recomendar actividades para disuadir los pensamientos suicidas, por ejemplo, el Mindfulness.
4. Información y educación	El Suicidio es un tema tabú y estigmatizado se recomienda presentar información sobre el tema y poder ayudar a las personas con pensamientos suicidas o personas interesadas. Información sobre línea de ayuda de crisis.
5. Acceso a redes de apoyo	Presentar redes de apoyo.
6. Acceso a asesoramiento de emergencia	Una línea de ayuda en casos de crisis con la que el usuario se puede poner en contacto directamente.

Fuente: Martinengo et al. "Suicide prevention and depression apps' suicide risk assessment and management: a systematic assessment of adherence to clinical guidelines". *BMC Med* 17, 231 (2019). (Martinengo et al., 2019)

En la prevención del suicidio, las aplicaciones móviles son el enfoque más utilizado en *salud digital*, aunque muy pocas involucran en su diseño la parte clínica (Braciszewski, 2021). En la revisión de (M. E. Larsen et al., 2016), los autores identificaron que 24 aplicaciones para la prevención del CS estaban disponibles para su descarga.

En otra revisión, se presentaron resultados que nos permiten inferir que un gran número de estas aplicaciones no tienen evidencia de una evaluación, es decir, el ritmo de desarrollo de estas intervenciones tecnológicas no corresponde con su evaluación a nivel clínico (Witt et al., 2017).

Un estudio utilizó métodos cualitativos para evaluar la aceptabilidad y viabilidad de proporcionar intervenciones por medio de tecnologías m-Health (Kennard et al., 2015), obtuvo valoraciones constructivas sobre la utilidad y observaciones sobre las limitaciones de privacidad y confidencialidad.

### *2.2.2.3 Aspectos de Seguridad y Privacidad*

Según (Tangari et al., 2021), al realizar un análisis de las políticas de privacidad en m-health encontró que Google PlayStore ha estado exigiendo la inclusión de políticas de privacidad en las aplicaciones desde el 2018.

La Adopción o práctica del protocolo HTTPS es esencial para proteger la privacidad de los usuarios (Ren et al., 2018) en la transmisión segura de los datos de usuarios desde la APP (Tangari et al., 2021).

# Capítulo 3

## **3. Materiales y Pacientes**

En este capítulo se presentan los detalles de la base de datos usados en la FS por técnicas de ML y la estructura de la base de datos creada para esta SP, dirigida a sujetos o pacientes con CS, en el desarrollo de esta tesis Doctoral.

### **3.1 Bases de Datos**

Los registros de pacientes en CyL que componen la base de datos (BD) donde se ha aplicado FS usando ML, fue extraída según los criterios presentado de la Figura 3.1. Esta BD consta de 4 315 registros de pacientes con trastornos mentales con el CS en los Hospitales Públicos de Castilla y León, entre los años 2005 al 2015 (Sacyl, 2021).

Los datos que conforman esta BD provienen del Conjunto Mínimo Básico de Datos (CMBD) (Melendez frigola et al., 2016), se procedió a extraer datos específicos para la H<sub>1</sub> planteada en esta tesis doctoral. Luego, se codificó las variables de los diagnósticos usando la Clasificación Internacional de Enfermedades versión 10 (Spain, 2021). Esta BD cuenta con la aprobación del comité ético (CEIm) PI-20-1780.

Esta BD no incluye los 261 registros del Hospital Rio Hortega de Valladolid, debido a que este hospital comenzó a registrar datos de pacientes correspondiente a salud mental en el año 2009, lo que contrasta con los demás registros que iniciaron en el año 2005. Por lo cual, se decidió excluir esos registros, tal como se presenta en la Figura 3.1. Es importante resaltar la BD, cuenta con 4 054 registros de pacientes considerados para el logro del objetivo 1 planteado en el capítulo 1 de esta tesis.

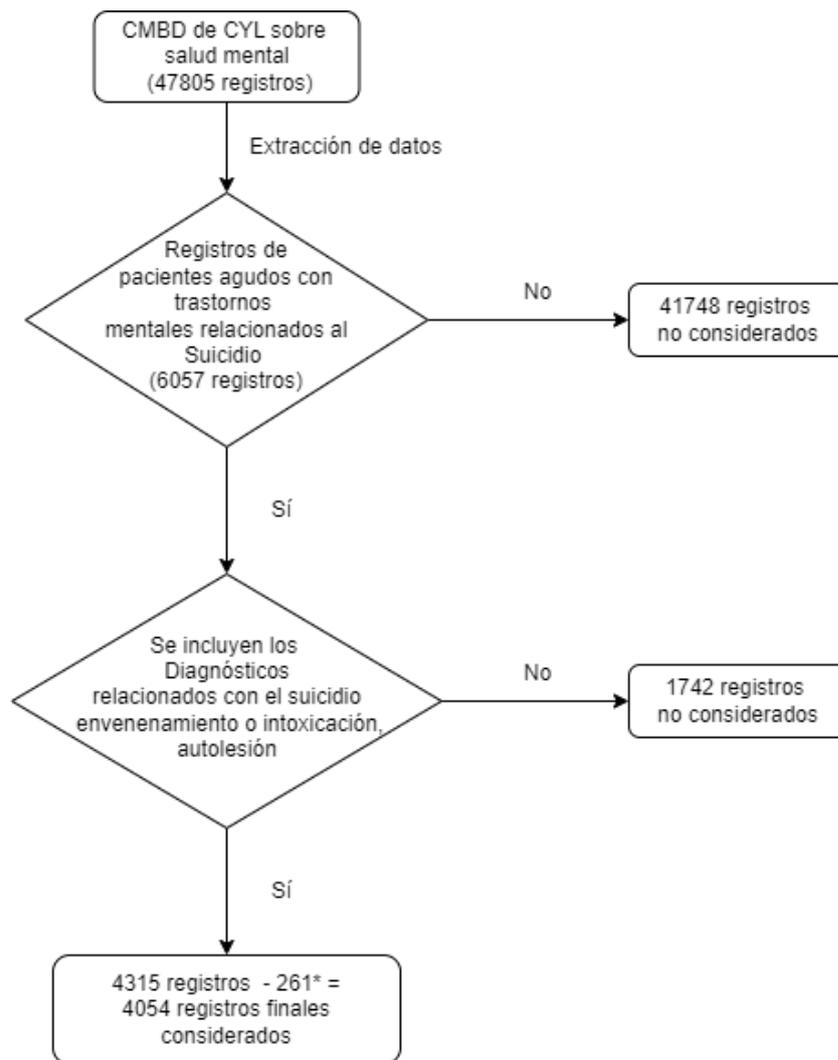


Figura 3.1 - Proceso de extracción de la Bases de datos

Fuente: Castillo-Sánchez, G., et al. *Application of Machine Learning Techniques to Help in the Feature Selection Related to Hospital Readmissions of Suicidal Behavior*. *Int J Ment Health Addiction* (2022). <https://doi.org/10.1007/s11469-022-00868-0> (traducción propia)

En esta BD, se crearon variables dicotómicas, que ha permitido identificar los trastornos mentales más influyentes asociados al CS, organizadas en tres temas (Tabla 3.1). Otras variables, como los años son numéricas. Edad, días de estancia y hospitales se categorizan, para más detalles ver la Tabla 3.1. Los métodos aplicados para hacer uso de esta BD se presentan en el capítulo 4, apartado 4.1.

Tabla 3.1 - Descripción de las Variables en la Bases de datos.

<i>Descripción de las variables</i>		
<i>Trastornos mentales</i>	<i>Características del suicidio</i>	<i>Trastornos somáticos</i>
<b>Trastorno de la Personalidad</b> (incluye el trastorno límite de la personalidad y el trastorno histriónico de la personalidad)	<b>Intoxicación o Envenenamiento por Antipsicóticos</b> (incluye intoxicación antipsicótica)	<b>Hipertensión Arterial</b>
<b>Trastorno Bipolar</b> (incluye diagnósticos relacionados con psicosis maníaco-depresiva)	<b>Intoxicación con benzodiazepinas</b>	<b>Hipercolesterolemia</b> (incluye hiperlipidemia y lipidemia)
<b>Síndrome Depresivo</b> (incluye trastorno depresivo)	<b>Suicidio por Psicotrópicos</b>	<b>Diabetes</b>
<b>Esquizofrenia</b> (incluye esquizofreniforme, desarrollo delirante y paranoia)	<b>Intoxicación por Drogas</b> (incluye toda la intoxicación por drogas y el suicidio por drogas)	<b>Hipotiroidismo</b>
<b>Trastorno de Adaptación</b> (todos los tipos de este trastorno)	<b>Ideas Suicidas</b>	
<b>Abuso de Alcohol</b> (incluye dependencia del alcohol y adicción al alcohol)	<b>Suicidio y/o Autolesión por saltar</b>	
<b>Trastorno Distímico</b>		
<b>Ansiedad</b>		
Otras variables en la base de datos: <b>Año:</b> Año en que se registró el diagnóstico, <b>Mes de admisión:</b> Mes de admisión de registro del paciente, <b>Hospitales:</b> Identificador hospitalario, <b>Sexo:</b> identificador de género (Hombre o Mujer), <b>Edad:</b> identificador de edad agrupada, <b>Días de estancia:</b> días de estancia hospitalaria del paciente.		
Variable de Respuesta o Target: <b>reingresos</b> (variable que toma el valor de 1 cuando el paciente ha reingresado más de una vez y 0 cuando ha ingresado sólo una vez)		

Fuente: Castillo-Sánchez, G., et al. *Application of Machine Learning Techniques to Help in the Feature Selection Related to Hospital Readmissions of Suicidal Behavior*. *Int J Ment Health Addiction* (2022).  
<https://doi.org/10.1007/s11469-022-00868-0> (traducción propia)

### 3.2 Sujetos o Pacientes

Los datos de sujetos o pacientes con CS se han obtenido por medio del consentimiento informado. Además de cumplir con los criterios de inclusión para poder participar en la prueba preliminar de esta APP para atender a la H<sub>2</sub> de esta tesis doctoral, anteriormente expuesto en capítulo 1.

Los pacientes incluidos en esta parte de investigación cumplen los siguientes criterios de inclusión:

- Persona mayor de edad (> 18 años) con suficiente capacidad para entender y manejarse (no incapacitado legalmente).

- Usuario de la red de salud mental pública del área participante en el estudio.
- Persona con riesgo real de suicidio medido por una de las siguientes: Intentos de suicidio repetidos ( $>$  de dos intentos de suicidio en su vida), Intento de suicidio reciente (un intento en los últimos 90 días).
- Uso habitual de Smartphone específicamente con Android.
- Firma del consentimiento informado.

#### Los Criterios de exclusión.

- Retraso mental u otra patología que limite su capacidad de comprensión.
- Carece de móvil o no quiere utilizarlo o tiene iPhone.
- Persona menor de edad ( $<$  18 años).

La Tabla 3.2, presenta las variables recogidas en la SP, se cuenta con una muestra pequeña de pacientes con CS. Esta SP propuesta ha permitido recoger los siguientes datos, gracias a la aprobación del Comité de Ética de la Investigación con medicamentos del área de salud de Valladolid (CEIm) PI-20-1682. Para más información sobre la base de datos diseñada en la SP que incluye la APP, ver el Anexo 1.

El SP fue diseñado, desarrollado e implementado por medio de los métodos presentados en el capítulo 4, apartado 4.2. Es importante recordar el tipo de pacientes que probó y evaluó esta APP. Se obtuvo una muestra de 7 pacientes que fue tomada en el año 2022.

La prueba inicial contaba con el seguimiento de preguntas sobre pensamientos suicidas, factores protectores como actividades sociales y los estados de ánimos por medio de notificaciones desde la APP. La dosificación o el tiempo en que se programaron las notificaciones fueron: cada día a las 10:00h, 14:00h y 22:00h por medio de notificaciones diarias desde la APP. Además, en la APP se promovía el uso de video de Mindfulness como actividades opcionales para el manejo emocional de los pacientes. Además, la APP presenta “Consejos e información sobre el Suicidio” para ayudar a la desestigmatización del suicidio.

Tabla 3.2 - Descripción de las Variables en Salud Digital

<i>Descripción de Variables</i>		
<i>Datos personales de paciente</i>	<i>Datos sobre diagnóstico</i>	<i>Otras Variables</i>
Sexo: (Hombre o Mujer)	Trastorno principal	Estados de Ánimos
Fecha de Nacimiento	Profesional de salud mental asignado	Preguntas de seguimiento
Nivel educativo: (Primaria, ESO, Grado, maestría, Doctorado)	Fecha de diagnóstico	
Ocupación	Medicación actual	
Estado Civil	Otros medicamentos	
Teléfono móvil	Dosis	
Otras variables en la base de datos:		
<i>Datos sobre Redes Sociales de pacientes</i>	Facebook, Instagram, Twitter, Whatsapp, tik-tok, snapchat, youtube, otras.	
<i>Otros datos de pacientes</i>	Nombre y Apellido, Dirección (Provincia, código postal, dirección completa), DNI, correo electrónico, usuario y contraseña.	
<i>Datos de contacto de emergencia como</i>	Nombre y Apellido, Dirección (Provincia, código postal, dirección completa), teléfono móvil, relación con el paciente (puede ser cónyuge, amigo, familiar ([padre, madre, hijo o hija, hermano o hermana])	

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con la Tabla 3.2, los datos de los pacientes recogidos no serán presentados para cumplir con la protección de los datos personales de los participantes. Sólo se presentarán datos generales, para poder conocer el nivel socioeconómico de los participantes en la evaluación cualitativa sin permitir la identificación del paciente participante. La evaluación de la APP se realizó por medio de técnica de grupo focal (Focus Group: FG).

# Capítulo 4

## 4. Metodología

Investigar el CS desde la perspectiva de las TIC es un reto, por la escasa información sobre CS, en cada región y en el mundo. El CS requiere un enfoque global y multi-dimensional debido su complejidad. En esta investigación sobre la prevención del CS utilizando las TIC, se enfoca desde las técnicas de ML, de acuerdo con los datos disponibles y a la oportunidad de probar un Sistema Propuesto diseñado, desarrollado e implementado para pacientes con CS en esta región. En la Figura 4.1, se presenta el esquema general de la metodología planteada para esta investigación.

En este capítulo, se detallan los métodos empleados para realizar una selección de características (FS) por medio de técnicas de ML, comparadas con métodos estadísticos tradicionales y la consideración de la opinión de expertos. Adicionalmente, se describen los métodos utilizados para realizar el diseño, desarrollo e implementación del SP y la evaluación correspondiente de la APP.

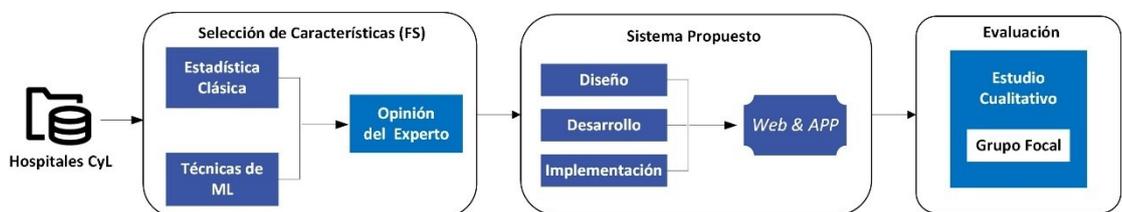


Figura 4.1 - Esquema de los métodos aplicados

### 4.1 Selección de Características (FS)

Esta investigación aborda la  $H_1$ , aplicando técnicas de ML, para identificar los trastornos que más influyen en pacientes con CS, que reingresan en los hospitales de la región, de acuerdo con los materiales disponibles, en el capítulo 3, sección 3.1. Al contar con información oficial del conjunto mínimo de datos básicos (CMBD) (Melendez frigola et al., 2016), se ha podido obtener una BD de los reingresos de pacientes con CS en CyL.

La metodología planteada en esta investigación utilizó dos componentes de vanguardia en la selección de atributos/variables. El primer componente fue utilizar la estadística clásica basada en la bondad de ajuste, la cual evaluada por la técnica de distribución Chi-Cuadrado ( $\chi^2$ ). Para el segundo componente implica el uso de las técnicas de ML con tres enfoques distintos como la entropía, la probabilidad y la relación lineal de las variables. Con base en esto, fue necesaria la aplicación de técnicas como CHAID (Jojoa et al., 2021) en el componente de estadística clásica, y el *ensamble* basado en las salidas comunes de los siguientes algoritmos: RF, LR y SVM, para obtener una generalización en la FS aplicando técnicas de ML.

Luego, se realiza un estudio fundamentado en las salidas comunes (*enfoque ML*) y la evaluación por parte de expertos, quienes deciden y validan el conjunto de variables resultantes. En otras palabras, son los conjuntos de variables que tuvieron mayor incidencia o influencia en la variable respuesta “reingresos” por hospitales, según la experiencia clínica. Para ello, se realiza una prueba de medias pareadas, no paramétrica por medio de la prueba de Wilcoxon (Wilcoxon, 1945).

#### 4.1.1 Estadística Clásica

En esta FS es necesario la aplicación de diferentes técnicas, con el fin de compararlas y obtener unos resultados objetivos sobre el conjunto de variables que más inciden o influyen en los reingresos de pacientes con CS. Para ello, es importante usar una técnica fundamentada en el estudio estadístico de la distribución de los datos analizados.

Las pruebas de Chi-Cuadrado ( $\chi^2$ ) ofrecen una posibilidad de análisis a través de la observación de la bondad de ajuste de un conjunto de datos en contraposición de otro. Es decir, el cual permite la construcción de un árbol que ayuda a determinar cómo se fusionan las variables para explicar el resultado sobre la variable de respuesta denominada “reingreso”. La técnica aplicada se denomina CHAID (Perez, 2014), se refiere al “Detector Automático de Interacción de  $\chi^2$ ”.

En el análisis CHAID se pueden utilizar con datos nominales, ordinales y continuos, en los que los predictores continuos se dividen en categorías con aproximadamente el mismo número de observaciones. Para esta investigación, la variable de respuesta es de comportamiento dicotómico, permitiendo a CHAID crear todas las tabulaciones cruzadas posibles para cada variable hasta que se obtenga el mejor resultado, justamente donde no se puede hacer otra división en alguna rama del árbol.

El desarrollo del árbol de decisión o clasificación comienza con la identificación de la variable de respuesta (que se consideraría la raíz). El análisis CHAID divide la variable de respuesta en dos o más variables que se denominan nodos iniciales, o padres, y luego los nodos se dividen mediante algoritmos estadísticos en nodos hijos. A diferencia del análisis de regresión, la técnica CHAID no requiere que los datos estén distribuidos normalmente.

El análisis CHAID nos permite de manera rápida visualizar las relaciones más importantes entre las variables y la variable de respuesta, permitiendo a los investigadores reconocer e identificar las variables que más influyen en los reingresos hospitalarios de pacientes con CS en CyL, desde la perspectiva estadística clásica.

#### *Análisis de Correlación*

Antes de iniciar la aplicación de técnicas de ML, es deseable que las variables que son objeto de análisis no presenten correlación entre ellas; pues la reducción de dimensiones es necesaria. Con ello, se evitan los fenómenos que afectan el desempeño, como por ejemplo el sobre ajuste. Por lo tanto, se llevó a cabo un análisis de correlación de Pearson y Spearman, con el fin de observar las variables que se podrían eliminar antes de aplicar las técnicas de ML y de ser validadas por expertos.

#### - Correlación de Pearson

Con el fin de observar la correlación entre las variables de entrada, se crearon una matriz basada en el coeficiente de correlación de Pearson (Wan et al., 2021). A continuación, se presenta la fórmula matemática correspondiente al coeficiente de correlación de Pearson (Ec.1).

$$\rho_p = \frac{Cov(x,y)}{\delta_x \delta_y} \quad \text{coeficiente de correlación de Pearson} \quad \text{Ec.1}$$

#### - Correlación de Spearman

Buscando una perspectiva más objetiva, se decidió además usar el coeficiente de correlación de Spearman (Ec.2) (Ghosh et al., 2021), de tal forma poder conocer el comportamiento de correlación entre variables, desde los dos enfoques mencionados.

$$\rho_s = 1 - \frac{6\Sigma(x-y)^2}{n(n^2-1)} \quad \text{coeficiente de correlación de Spearman} \quad \text{Ec.2}$$

Mientras el coeficiente de Pearson busca la correlación lineal entre dos variables aleatorias, el coeficiente de Spearman busca la relación monótona entre las variables, es decir que cambian simultáneamente respecto a crecimiento o decrecimiento.

- Selección de Variables no relacionadas

Se compararon todas las variables explicadas en la Tabla 3.1, según lo planteado en la metodología sobre el análisis de correlación para la FS aplicando técnicas de ML. Una vez ejecutados los procedimientos mencionados anteriormente, no se seleccionan las variables que presentan un valor de correlación estadísticamente alto, es decir, cuyos coeficientes de correlación superen los umbrales establecidos en este caso. Para ello, se establecieron los umbrales de 0.8, 0.7 y 0.6 con el fin de crear subconjuntos no correlacionados y poder llevar a cabo la FS por medio de ML.

#### *Prueba de Wilcoxon en la Opinión de Expertos*

Al obtener el conjunto de variables que influyen en los reingresos de pacientes con CS en esta región y por cada hospital, por medio de las Técnicas de ML, se les solicitó a dos expertos que valoren los resultados por cada hospital incluido en este estudio. Se utilizó una escala Likert de 1-5, donde 1 es “desacuerdo”, 3 es “neutral” y 5 es “totalmente de acuerdo”. Al efectuar esta valoración de expertos, se obtiene la opinión clínica y se procede a realizar la prueba de Wilcoxon para muestras pareadas (Wilcoxon, 1945). Con esta prueba se espera resolver la  $H_1$  de esta tesis, de la siguiente manera:

$H_1$  = no hay diferencia en la opinión de expertos sobre la FS por técnicas de ML según hospital.

$H_a$  = Si hay diferencia. (hipótesis alternativa)

Toma de decisión:

p valor > alfa (0.05): No rechazar  $H_1$

p valor < alfa (0.05): Rechazar  $H_1$

En el contexto de esta tesis:

$H_1$ : *Las técnicas de ML ayudan a identificar los trastornos mentales que influyen en los reingresos por CS en los hospitales de CyL.*

### 4.1.2 Técnicas de ML

En trabajos donde se aplican técnicas de ML para realizar una FS, se encuentra el uso de algoritmos de clasificación. A través del análisis de la información, los algoritmos logran identificar, los atributos o variables más importantes o influyentes en la variable de respuesta estudiada, este caso los “reingresos”. (Ver Figura 4.2)

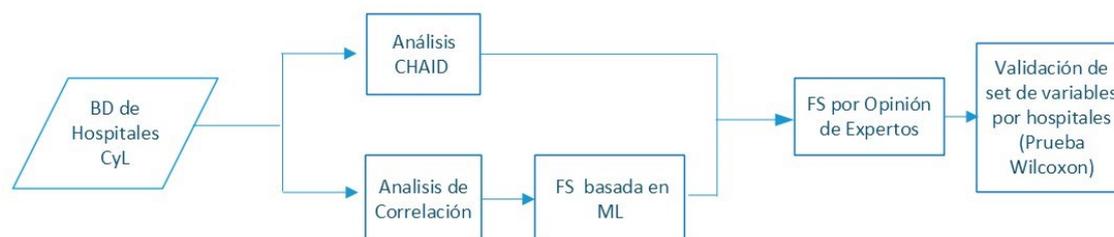


Figura 4.2 – Esquema de FS por ML

Fuente: Castillo-Sánchez, G., et al. *Application of Machine Learning Techniques to Help in the Feature Selection Related to Hospital Readmissions of Suicidal Behavior*. *Int J Ment Health Addiction* (2022). <https://doi.org/10.1007/s11469-022-00868-0> (Traducción y Elaboración Propia)

Según la Figura 4.2, se presenta el esquema de los diferentes métodos basados en diferentes métricas lineales y no lineales aplicados en esta investigación. Con ello, se obtienen resultados en conjunto por hospitales, determinar la importancia o influencia de las variables incluidas en este estudio, a la hora de clasificar los reingresos. Inicialmente, se verifica por medio de un análisis de correlación si las variables presentan entre sí relación desde una medida estadística. Luego, se procedió a ejecutar un *ensamble* de salida comunes con tres algoritmos utilizados como selectores de atributos, los cuales tienen diferentes métricas para lograr la objetividad de estos.

#### *FS basadas en ML*

Actualmente, las técnicas de ML se están utilizando ampliamente para tareas relacionadas con FS (Munasinghe & Karunanayake, 2021), para poder identificar las características importantes o relevantes, entre otras aplicaciones.

Se aplican diferentes técnicas de ML en esta parte de la investigación, con el fin de encontrar las variables que más influyen en el comportamiento de la variable de respuesta “reingresos”, en los hospitales de la comunidad de CyL. La variable “reingreso” toma el valor 1 cuando el paciente reingresa (ingresa más de 1 vez) y cero cuando lo hace una sola vez, durante el período de 2005 al 2015, tal como se presenta en la Tabla 3.1.

El análisis fue ejecutado para todos los datos en conjunto, como también para cada hospital de manera individual. El *ensamble* basado en las salidas comunes de los

siguientes algoritmos utilizados como selectores de características fueron: RF (Casalicchio et al., 2018), LR (Kirasich et al., 2018) y SVM (Guo et al., 2021).

A continuación, se detallan los algoritmos utilizados:

- **RF**: Es un *ensamble* de árboles de decisión (DT) a través, de la técnica denominada *bagging* (embolsado), con el fin de aumentar la capacidad de generalización y disminuir la varianza de la métrica de desempeño deseada. Constituyen uno de los algoritmos más utilizados en la industria y tiene amplia aplicación en determinar la importancia de atributos. El funcionamiento de este algoritmo se basa principalmente en el cálculo de la entropía según la ecuación 3, de los datos para cada árbol y con ello determinar las variables que más información aportan en la tarea de clasificación.

$$Entropia = \sum - P_i \log_2(P_i) \quad Ec.3$$

De esta manera, el *bagging* propone un meta algoritmo para integrar los algoritmos de ML, con el fin de mejorar las métricas de desempeño generales del sistema utilizado para esta FS. Cada bloque  $DT_n$  corresponde a un árbol de decisión entrenado con una parte independiente de los datos y su *ensamble* se hace en el último bloque del *bagging* en tiempo de inferencia para dar una salida consensuada.

-**RL Multinomial**: Se conoce como una técnica de regresión con el fin de predecir una variable categórica. Se identifican las variables que mejor explican el “reingreso” de un paciente con CS en cada hospital, y con ello determinar las variables interactúan mayormente. De manera general, su funcionamiento se basa en el análisis de los datos bajo una distribución Multinomial como se muestra a continuación en la Ec. 4.

$$f(x) = \frac{n!}{x_1! \dots x_k!} p^{x_1} \dots p^{x_k} \quad Ec. 4$$

De aquí se puede obtener una relación de probabilidades logarítmicas o *Logits* en la (Ec. 5)

$$P^{x_i} = \exp\left(\frac{Y_i}{X_i}\right) \quad Ec. 5$$

que representa la incidencia de los atributos del arreglo  $X_i$  en la variable respuesta  $Y_i$  haciendo uso de la función Softmax, presentada en la ecuación 6, para este caso dicotómico. En este caso concreto  $Y_i$  corresponde a la variable de respuesta, y los conjuntos de variables  $X_i$  se describen en el capítulo 3, apartado 3.1.

$$\text{Softmax}(x) = \frac{e^{x_i}}{\sum_j e^{x_j}} \quad \text{Ec.6}$$

- SVM: Constituye uno de los algoritmos más utilizados en problemas de clasificación y regresión categórica. Su sencillez y eficiencia computacional lo hacen un algoritmo ideal para este tipo de aplicaciones de rápido despliegue y alta confiabilidad. Su funcionamiento se basa en la maximización del margen (distancia entre vectores de soporte de los datos utilizados), con el fin de trazar un hiper plano que representa la etapa de entrenamiento del algoritmo. En inferencia, se compara la posición relativa de los vectores individuales al hiper plano, y con ello definir el grado de pertenencia a los conjuntos clases.

$$H = W^T * X + B \quad \text{Ec.7}$$

$W^T$  es un arreglo de vectores cuya dirección se focaliza hacia la solución buscada (Ec. 7). Por lo tanto, la importancia o la influencia de las variables se puede determinar comparando el tamaño de estos coeficientes entre sí. Es por ello, que al observar los coeficientes de SVM, es posible identificar las características principales utilizadas en la clasificación y eliminar las que no son importantes (que tienen mayor varianza).

Es importante resaltar, en esta FS se hace con la intersección de las variables obtenidas, es decir, con los resultados comunes en la salida de los algoritmos de selección de atributos utilizados (RF, LR y SVM). En este caso, no se tuvo en cuenta el orden implícito del algoritmo que tuvo mejor desempeño.

En este sentido, se utilizaron las variables en un modelo SVM base radial y en una Red Neuronal Artificial de dos capas para obtener métricas sólo para el conjunto general de CyL, usando el 80% del conjunto de datos de entrenamiento y 20% del conjunto de datos de prueba. Esto se realiza para verificar el comportamiento de los datos en el

conjunto completo. Sin embargo, el objetivo de esta investigación es identificar variables por la FS con ML y validarlas mediante la opinión de expertos.

Las métricas se basan en la matriz de confusión, es la forma en que se pueden comparar el rendimiento de los modelos según el número de casos clasificados correctamente y los que no. A partir de ello, se obtienen los siguientes términos:

- Número de Verdaderos Positivos (nVP): número de casos positivos (reingresos) clasificados correctamente.
- Número de Verdaderos Negativos (nVN): número de casos negativos (un solo ingreso) que se clasificaron correctamente.
- Número de Falsos Positivos (nFP): número de casos positivos (reingresos) que se han clasificado de forma incorrecta.
- Número de Falsos Negativos (nFN): número de casos negativos (un solo ingreso) que se han clasificado de forma incorrecta.

De los anteriores términos, se calculan las siguientes métricas de rendimiento:

- Precisión: se refiere a la proporción de los sujetos correctamente clasificados entre todos los sujetos que la prueba en estudio ha asignado con positivo (Ec.8).

$$Precisión = \frac{nVP}{nVP+nFP} \quad Ec.8$$

- Sensibilidad (Recall): Es la proporción de sujetos clasificado correctamente (E.9).

$$Recall = \frac{nVP}{nVP+nFN} \quad Ec.9$$

- F1- score: El valor F, se utiliza para combinar las medidas de precisión y el recall en un solo valor (es una medida armónica) (ec.10).

$$F1 = 2 * \frac{precisión*recall}{precisión+recall} \quad Ec.10$$

- Exactitud (Accuracy: Acc): Es la proporción de sujetos clasificados correctamente (Ec.11).

$$Acc = \frac{nVP+nVN}{nVP+nVN+nFP+nFN} \quad Ec.11$$

La validación de las variables identificadas por cada hospital y el conjunto completo de CyL se realiza por medio de la opinión de expertos. Esta validación se realiza por medio de la prueba de Wilcoxon para muestras pareadas. Se utilizó Python 3.8-9 y SPSS v24-26 para realizar lo planteado en la sección 4.1 de este capítulo.

### 4.1.3 Opinión de Expertos

Finalmente, se presentan los resultados obtenidos en conjunto o *ensamble* a dos expertos, basado en su conocimiento propio y experiencia para que puedan valorar la validez de los resultados obtenidos (Bennasar et al., 2015). Con ello, se pretende eliminar el sesgo producido por los algoritmos de ML y por BD usada en esta investigación. Además, de la complejidad del suicidio y su comportamiento. Por lo anterior, se aplica una prueba de Wilcoxon para ver si hay diferencia de medias pareadas entre las valoraciones de los expertos con respecto a los resultados de la FS por medio ML.

## 4.2 Sistema Propuesto (SP)

Los trastornos mentales identificados en FS con ML, se incluyeron en el diseño del sistema propuesto. Este Sistema Propuesto (SP) se basa en un ecosistema de software para brindar un seguimiento a los pacientes y ayudar a la prevención del CS, así como ayudar a reducir su correspondiente carga hospitalaria en CyL. Este SP está compuesto por diferentes estructuras o artefactos tecnológicos móviles, WEB y de comunicación que han sido integrados para ofrecer servicios de atención y seguimiento a pacientes con CS. Convirtiéndose, en un mecanismo instrumental orientado a la *Salud Digital* (Eysenbach, 2001; Oh et al., 2005; Wyatt & Liu, 2002) para abordar la H<sub>2</sub>.

### 4.2.1 Diseño del SP

Como se describió en la Figura 4.1, se diseña, desarrolla e implementa un SP. Se ha colaborado con profesionales de salud mental, que han contribuido con elementos clave para apoyar la evolución del diseño, teniendo en cuenta los aspectos sociales y aspectos humanos (Camargo-Henríquez & Silva, 2022).

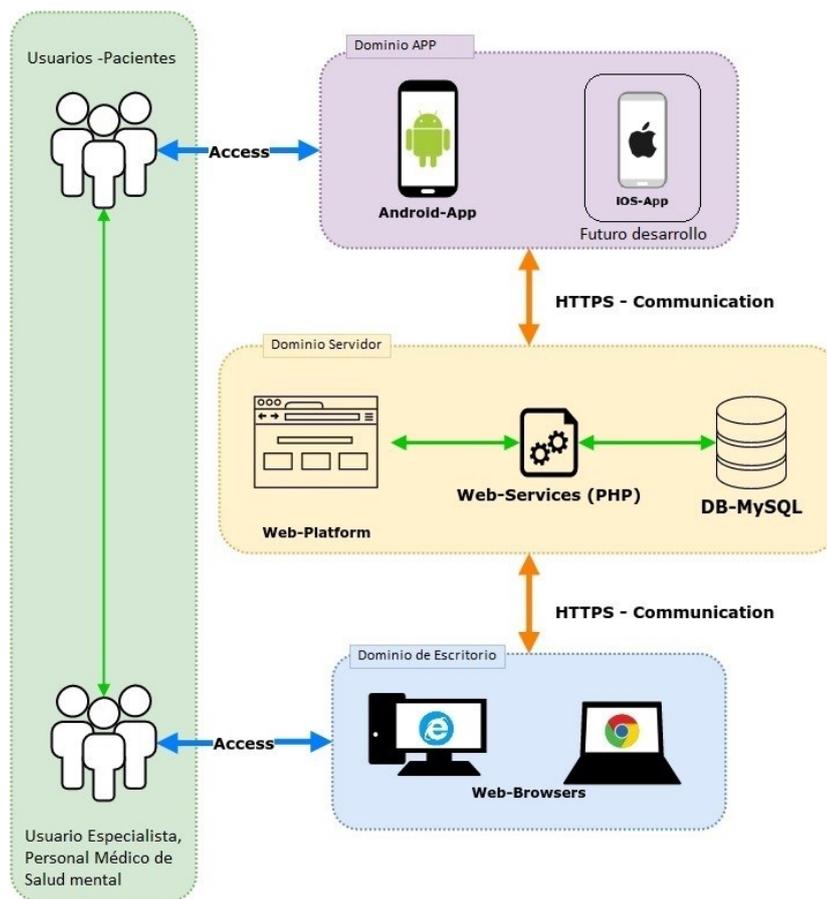


Figura 4.3 -Arquitectura del diseño tecnológico

Fuente: Elaboración Propia

La Figura 4.3, se presentan los cuatro (4) dominios esenciales en el diseño para este SP:

a. Dominio de usuarios: Esta dimensión se refiere al conjunto de pacientes como usuarios del ecosistema de software. Por medio de un diseño inicial de la APP se ha definido que puedan registrar sus estados de ánimos, responder a las preguntas de seguimiento. También, pueden hacer uso de los diversos apartados diseñados con información sobre el suicidio, consejos, plan de seguridad y el *Mindfulness* (Atención plena). En este dominio, también se creó el usuario administrador o profesional de salud mental, con acceso para registrar los datos personales y clínicos del paciente.

b. Dominio de Aplicaciones: En este dominio del ecosistema, la APP desarrollada en Android se puede utilizar sobre diferentes dispositivos móviles (tabletas, teléfonos inteligentes). Los pacientes acceden a los servicios de asistencia descritos en el dominio de usuarios desde la APP.

c. *Dominio de Servidor*: En este dominio se desarrollan y ejecutan sobre una plataforma WEB los diferentes componentes que realizan las operaciones del ecosistema (administración, seguridad, notificaciones, etc.). Esta operatividad se logra mediante los microservicios (WS: WEB Services) interconectados a través de Internet con diferentes dispositivos móviles.

d. *Dominio de escritorio*: Es el dominio donde los profesionales de salud mental brindan al ecosistema información de los pacientes desde la WEB. El profesional de salud mental autorizado accede, revisa, actualiza y almacena continuamente esta información de manera confidencial y segura. También, puede incluir detalles relacionados con el historial clínico del paciente, medicamentos, diagnósticos, etc.

#### 4.2.2 Desarrollo e Implementación

Según la Figura 4.3, *Dominio de usuarios* se compone de 2 categorías de usuarios, los pacientes y los administradores (manejado por el profesional de salud mental en esta la investigación). Los usuarios denominados “pacientes”, acceden desde la APP desde sus móviles o tabletas con Android (Google Developers, 2021), para probar este SP. La versión iOS no está disponible en esta investigación. Sin embargo, por medio del dominio de aplicaciones y la comunicación por WS sería posible su futura implementación, ya que permite el envío y recibo de información desde el ecosistema de software a la APP, así como en sentido contrario (ver Figura 4.3).

La interacción del *Dominio de Aplicaciones* con el servidor se realiza al comunicarse mediante el protocolo seguro HTTPS. En el *dominio de Servidor*, es donde residen los 3 componentes esenciales del ecosistema de software. Estos componentes son: la plataforma Web, Base de Datos y los Microservicios. A continuación, se presenta cada componente:

##### *Plataforma WEB*

La Web fue desarrollada en PHP con la combinación de tecnologías WEB para el diseño de interfaces como Bootstrap (Bootstrap, 2021). La plataforma WEB corresponde al *Dominio de Escritorio*, permite el acceso desde dispositivos estándares (computadoras/navegadores WEB) sólo con acceso de administrador del sistema para poder registrar a los pacientes como usuarios desde la WEB (ver Figura 4.3).

En esta estructura es donde se registran los datos personales de pacientes, contacto de emergencia, redes sociales, trastorno mental, medicamentos y profesional de salud mental asignado. Esta estructura permite el acceso para descargar en tiempo real, los datos de los estados de ánimos registrados desde APP y las preguntas diarias en formato CSV (Valores Separados por Coma), tales como: el historial de los estados de ánimos que sean ingresados desde la APP en la versión Android Nativa (Google Developers, 2021; White, 2013) y el historial de las preguntas de seguimiento.

Esta plataforma permite el manejo de las preguntas de seguimientos que se pueden activar o desactivar de acuerdo con las necesidades de los profesionales de salud mental. Tanto el dominio de escritorio, como la APP se comunican mediante el protocolo seguro HTTPS al dominio del servidor.

#### *Base de datos*

En esta estructura se centraliza todo el conjunto de información que integra el ecosistema de software. Esta Base de datos se sostiene sobre el modelo relacional (Paredaens, 1989) y esta soportada por MySQL (Mysql.com, 2022) como gestor. En la Figura 4.4, permite visualizar los diversos procesos que se realizan en la Bases de Datos desde la Plataforma WEB. Para más información se puede ver la estructura de esta base de datos en el Anexo 1.

#### *Microservicios (WS)*

La arquitectura basada en WS se fundamenta en identificar y segmentar las funcionalidades del ecosistema de software en micro proyectos o servicios autónomos. Los WS solo realizan una sola función (Johannes Thönes, 2015), que trabajan de forma independiente con una sola responsabilidad en esta base de datos. De manera paralela cada WS devuelve los datos en formato JSON (*JavaScript Object Notation*) (json.org, 2022), un formato ligero y abierto de datos estructurados para su transferencia entre el servidor, WEB y la APP de acuerdo a la función para la que fue desarrollado.

Un ejemplo común del uso de WS, son los utilizados por gigantes tecnológicos como Amazon (Vayngolts et al., 2019). Por lo tanto, en la implementación del ecosistema de software se decidió hacer uso de WS. En este ecosistema de software se hace uso de WS, el cual, nos permite escalar, según la complejidad del problema, en este caso la prevención del CS utilizando TIC, en dispositivos móviles. Por lo cual, permite desarrollos

independientes tanto para Android como en iOS, potenciando la diversidad tecnológica de esta solución. Los WS permiten la comunicación tanto de la APP y Plataforma WEB.

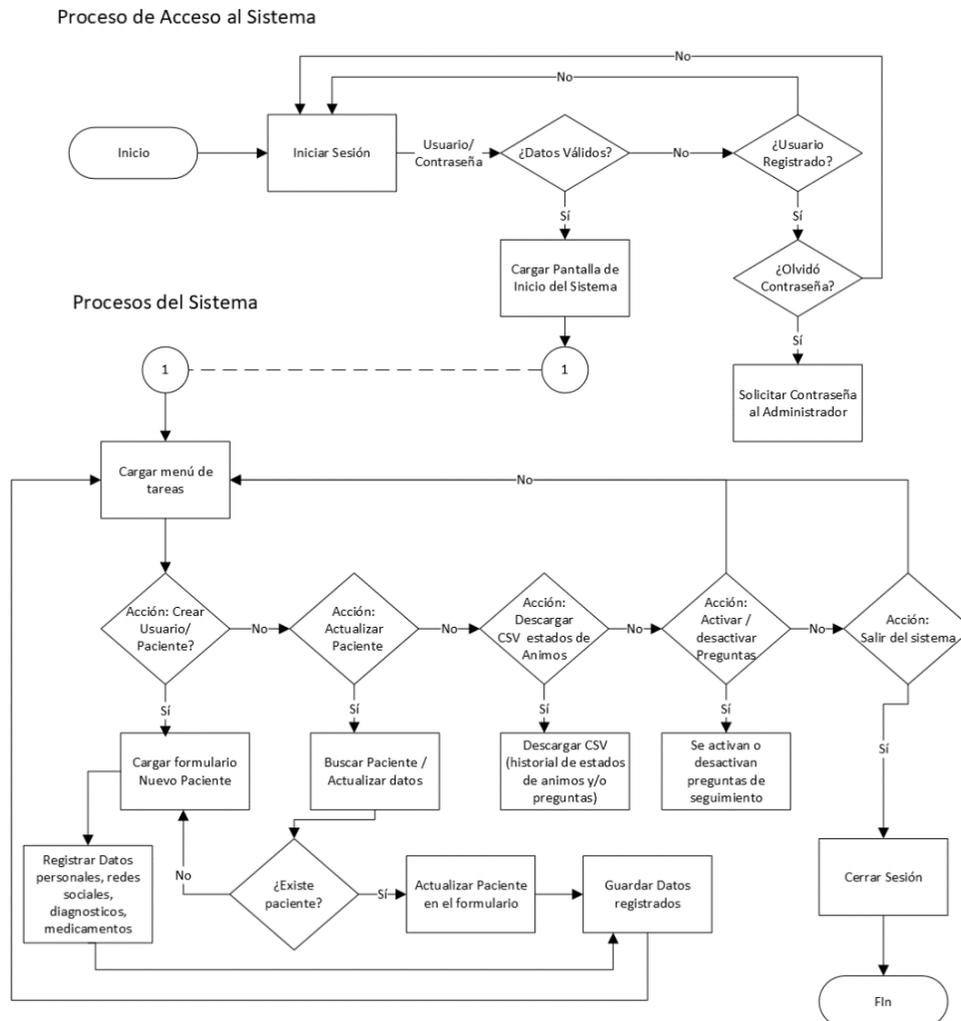


Figura 4.4- Procesos en la plataforma WEB

Fuente: Elaboración Propia

Los WS fueron desarrollados en PHP, tienen como función esencial mantener un núcleo de comunicación a las peticiones de la APP como de la WEB. Esencialmente, permite realizar funciones específicas para validar datos de paciente para acceder, empleando la base de datos como el repositorio central. Se cuenta con 3 WS que han sido implementados para las siguientes actividades:

- Acceso de usuario desde la APP: La interacción de los usuarios (pacientes) se realiza desde la APP, lo que permite el seguimiento diario de los estados de ánimos y una serie de preguntas relacionadas con los pensamientos del suicidio. Este

seguimiento contiene aspectos relacionados con: pensamientos, percepción de sí mismos, además de su participación social y familiar (ver Tabla 4.1).

- Registro de estados de ánimos: El paciente puede acceder con su usuario y contraseña desde la APP para enviar diariamente y las veces que considere necesario su estado de ánimo. Siempre y cuando se encuentre registrado en la WEB (Figura 4.3). La APP le envía una notificación diaria para realice el registro al menos una vez. Los profesionales sanitarios diariamente reciben notificaciones en un correo electrónico de guardia para monitorear los estados de ánimos y las respuestas de las preguntas de seguimiento (Tabla 4.1). Cada notificación al correo electrónico se realiza de manera simultáneamente cuando se registra los estados de ánimos y preguntas en la Base de Datos.
- Registro de Preguntas de Seguimiento: La APP tiene la posibilidad de poder leer del ecosistema de software las preguntas que estén activas y recibir la respuesta del paciente. Tal como se presentan la Tabla 4.1.

Tabla 4.1 - Las preguntas de seguimiento

Id	Primer grupo de Preguntas Fundamentales (notificación 9:00 h)	Opciones de Respuesta
1	¿Qué tal como estas?	(5 opciones) Escala de caritas o emojis de estados de ánimos.
2	¿Has dormido hoy?	Si o no, me costó dormirme, me desperté demasiado pronto
3	¿Qué vas a hacer hoy?	No me apetece hacer nada, Deporte, Trabajo, He quedado con familia y amigos
Preguntas sobre el pensamiento “En relación con las ideas de muerte” (notificación 14:00 h):		
4	¿Sigues pensando en morir?	Si o No, a veces
5	¿Eres capaz de dejar de pensar en ello?	Si o No, a veces
6	¿Qué has hecho para evitar estos pensamientos?	-Pienso que la situación podría llegar a mejorar/cambiar; -Pienso que las cosas están mejorando / están cambiando; -Aunque la situación es la misma, me afecta mucho menos
Respecto a la percepción que tienes de ti mismo “autoestima, capacidad de autocontrol” y a la participación en el entorno familiar y social la notificación se programó a 21:00 h.		
7	¿Buscas apoyo cuando tienes estos pensamientos?	Si o No

Id	Primer grupo de Preguntas Fundamentales (notificación 9:00 h)	Opciones de Respuesta
8	¿Consigues frenar el impulso de hacerte daño?	Si o No
9	¿Cuándo te has sentido mal, has buscado apoyo en tu familia/amigos/pareja?	Si o No
10	Estados de ánimos	5 opciones, tal como la id 1.

*Fuente: Elaboración en conjunto con psiquiatras*

En la Tabla 4.1, se presentan las preguntas de seguimiento a los pacientes con sus correspondientes opciones de respuestas. Las mismas se obtienen desde el dominio del servidor por medio de los WS. De este modo, la APP pueda leer las preguntas y enviar la respuesta de cada paciente a la Base de Datos (plataforma WEB) y al correo electrónico. Para más información sobre la plataforma WEB ver el Anexo 2.

En el *dominio del Servidor* se encuentra implementado, en una máquina virtual con Ubuntu 16.04.7LTS (GNU/ Linux 4.15 X8-64) (Canonical, 2018) con Apache y MySQL implementado en MariaDB versión 10. Cuenta con PHP para ser manejada desde la versión 7 a la 10. Se accede al servidor por SSH con claves de acceso para el manejo de los archivos del ecosistema de software. El dominio *appsuicide.es* cuenta con Certificado SSL X509 en el servidor. La estructura de la base de datos y los registros de pacientes se encuentran en ese dominio. Las comunicaciones entre la APP y el servidor están cifradas con los protocolos TLS (Transport Layer Security) 1.2 y 1.3 (Lee et al., 2021) para poder usar HTTPS.

En la Figura 4.5, se presenta un mapa de usuarios para observar las diversas estructuras desarrolladas e implementadas en el ecosistema de software, disponible en la WEB y la APP para ayudar a la prevención del CS. Un apartado introducido para que los pacientes puedan manejar sus estados de ánimos son los videos de *Mindfulness* en la APP.

## Mapa del Usuario

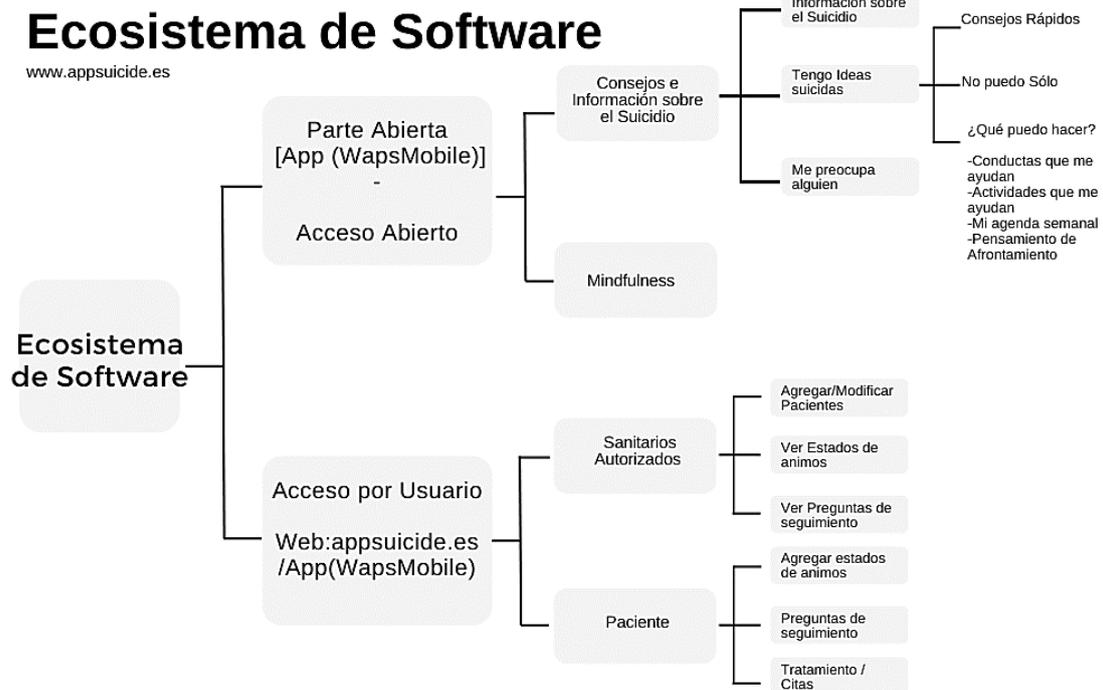


Figura 4.5 – Mapa de Usuario

Fuente: Elaboración Propia

## APP

El ecosistema de software permite la interacción entre pacientes desde APP, los cuales, pueden acceder desde la *Parte Abierta* sin usuario, a toda la información preparada por profesionales de salud mental (Figura 4.5).

La “Parte Abierta” en la APP se presentan varios consejos, mitos e información general escogida por profesionales sanitarios para romper el tabú del Suicidio. La “Parte Abierta” no requiere acceso por usuario (Celaya Bernal, 2020). Se presentan los siguientes apartados que pueden ser de utilidad para el paciente, familiares o personas que tengan interés sobre este tema, tal como se presenta en la Figura 4.5.

La sección diseñada para brindar el seguimiento a los pacientes con CS es denominada como “*Acceso al Usuario*”. Los pacientes pueden acceder, siempre y cuando, sean registrados en la plataforma WEB por los profesionales con acceso como administradores (ver Figura 4.4).

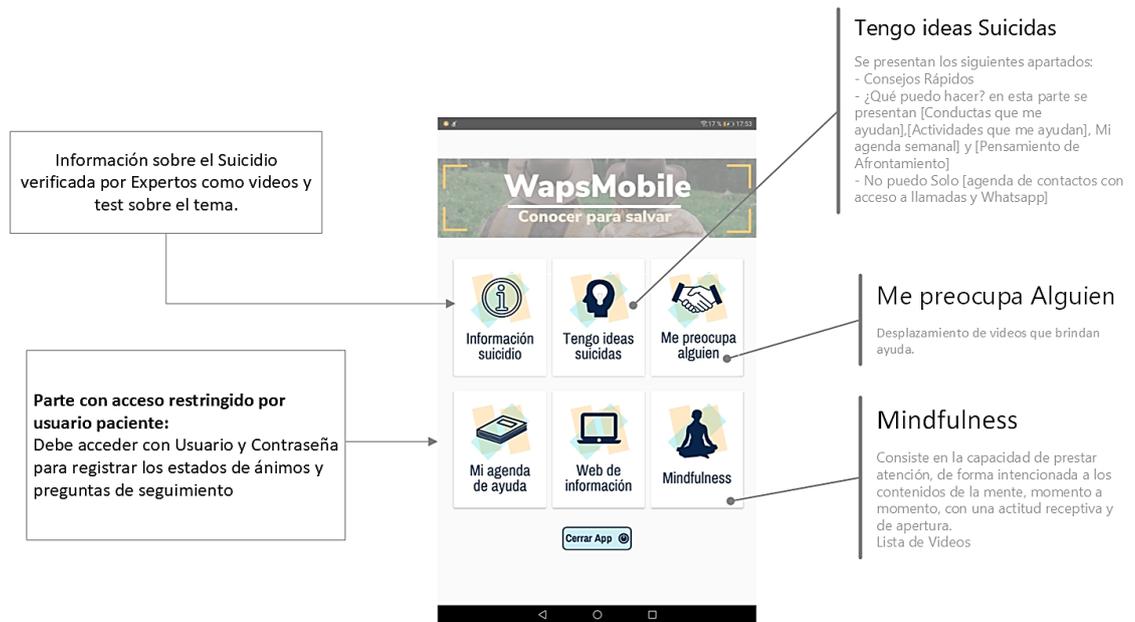


Figura 4.6 - Pantalla principal de la APP.

En la Figura 4.6, se presentan las opciones desde la pantalla principal de la APP. La sección con acceso del usuario/paciente se encuentra disponible en “mi agenda de ayuda”. Los pacientes pueden intercambiar entre la parte abierta y el acceso con usuario sin perder sus datos.

En Figura 4.6, podemos observar el *Mindfulness* y los apartados presentados en “Me preocupa Alguien” y “Tengo Ideas Suicidas”. En la sección de “Tengo ideas suicidas”, se presenta la subsección “¿Qué puedo hacer?” donde se muestran las conductas que me ayudan, los cuales, en otras intervenciones se le conoce como el plan de seguridad ante el riesgo suicida (ver Figura 4.5). El diseño de la Interfaz de Usuario (UI) de la parte abierta y cerrada de la APP se presentan en el Anexo 3.

### 4.3 Evaluación de la APP

Según la Figura 4.1, la evaluación de la APP que forma parte del SP, se realizó por medio de métodos cualitativos en la Unidad de Prevención de Conductas suicidas ubicado en el área de Psiquiatría y Salud mental del Complejo Asistencial de Zamora, del Hospital Rodríguez Chamorro, CyL, España. El estudio cualitativo se efectuó por medio de la técnica de un Grupo Focal (FG: Focus Group) a pacientes que utilizaron la tecnología propuesta.

*Participantes del estudio:* De la muestra inicial de 7 pacientes que utilizaron la aplicación en esta prueba inicial. Un total de 4 pacientes aceptaron participar en el estudio cualitativo de manera voluntaria. Se llevó a cabo una única sesión de FG.

#### *Descripción del procedimiento*

Se contactó por teléfono a los participantes potenciales para ser incluidos en la evaluación. El objetivo del estudio fue explicado en detalle a todos los participantes, incluida la participación voluntaria, la protección de datos personales y el tiempo estimado de la reunión. El objetivo se refiere a lo planteado en el capítulo 1, objetivo 3.

Se realizó este estudio cualitativo utilizando la técnica de FG en septiembre 2022. Esta técnica cualitativa crea condiciones ambientales favorables para la expresión espontánea, interacción entre los participantes, animando a las personas a compartir ideas, creencias, experiencias, u opiniones durante las discusiones guiadas.

La discusión fue guiada a través de un guion de preguntas abiertas y semiestructuradas (Anexo 4). El guion incluía aspectos como la aceptabilidad (la utilidad de la aplicación), experiencia de usuario, la usabilidad, interfaz de usuario y seguridad.

*Análisis de datos:* Todos los datos recopilados durante el FG fueron transcritos palabra por palabra y de forma anónima. El análisis de datos se llevó a cabo con el programa NVivo versión 1.7.1 (QRS International), que facilita la codificación y gestión de nodos. Se realizó un análisis de contenido y codificación de los datos.

## 5. Resultados

Después de aplicar la metodología propuesta se presentan los principales resultados obtenidos en este capítulo. Se realizó una FS basada en estadística clásica, técnicas de ML y la opinión de expertos, para determinar los trastornos mentales que más influyen en los reingresos por hospitales en CyL (Castillo-Sánchez, Acosta, et al., 2022). Además, se muestra la evaluación de la APP propuesta para explorar las necesidades de los pacientes y ayudar a la prevención del CS.

### 5.1 Selección de Características (FS)

Los resultados de esta investigación, con el objetivo de identificar las variables que influyen en los reingresos de los pacientes con CS en los hospitales de CYL, se presentan de la siguiente manera: FS con CHAID, FS con técnicas de ML y la validación por la opinión de expertos.

#### 5.1.1 FS con CHAID

Según los resultados obtenidos de la FS con CHAID en CyL, la variable que más influye en los reingresos es el Trastorno de Personalidad (TP) ( $X^2= 118.7$ ,  $p$  valor  $<0.05$ ,  $df=1$ ). Luego, la variable Sexo se relaciona con el 53% de esos reingresos en CyL ( $p$  valor  $<0.05$ ,  $X^2= 13.3$ ,  $df=1$ ). Ver Figura 5.1.

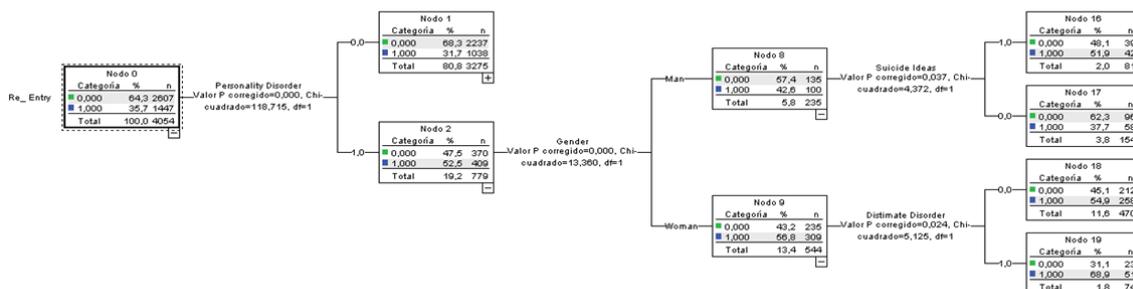


Figura 5.1 - CyL

El segmento de los hombres con “Ideas de Suicidio” se relacionan con el 43% (valor  $p < 0.05$ ,  $X^2 = 4.3$ ,  $df = 1$ ) y las mujeres con Trastorno Distímico (TD) ( $X^2 = 5.1$ ,  $p$  valor  $< 0.05$ ,  $df = 1$ ) se relacionan con el 57% de los reingresos (ver Figura 5.1).

A continuación, se presentan por hospitales los árboles de clasificación generados con CHAID, para identificar las variables que influyen en los reingresos, los cuales son:

En **Ávila**, la variable “Ideas del suicidio” influye en el 36% de los reingresos con ( $p$  valor  $< 0.05$ ,  $X^2 = 22.83$ ,  $df = 1$ ) según la Figura 5.2.

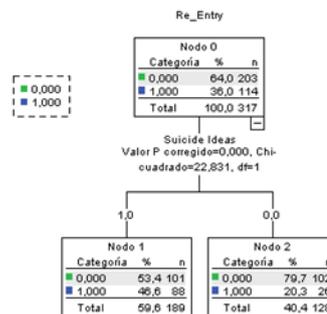


Figura 5.2 - Ávila

En **Burgos**, la variable Año se distribuye en los años menores al 2008, los cuales según el nodo 1 influyen en el 32% de reingresos por el Trastorno de Adaptación (TA) (valor  $p < 0.05$ ,  $X^2 = 35.2$ ,  $df = 1$ ). En los años del 2008 y 2011, las Ideas de suicidio con (valor  $p < 0.5$ ,  $X^2$  con 4.72,  $df = 1$ ), influyen en los reingresos con el 51%. Adicionalmente, los años mayores al 2011, Trastorno de Personalidad (TP) con el 26% influyen en los reingresos con (valor  $p < 0.05$ ,  $X^2 = 7.5$ ,  $df = 1$ ) según Figura 5.3.

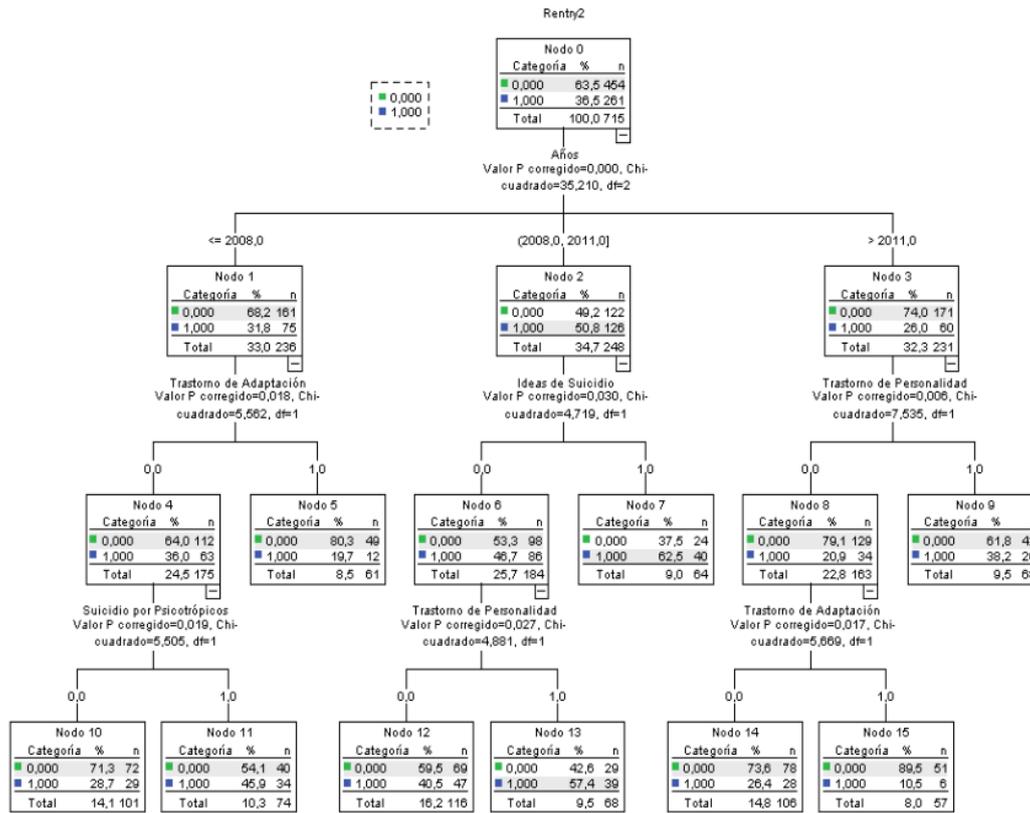


Figura 5.3 - Burgos

Según el análisis CHAID para León, identifica que el Síndrome Depresivo (SD) es el trastorno que influye en los reingresos con un 28% con (valor  $p < 0.05$ ,  $X^2 = 12.07$ ,  $df = 1$ ), según Figura 5.4.

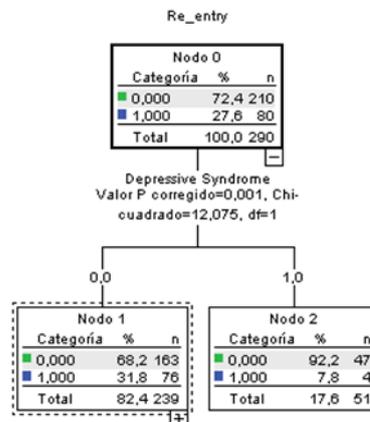


Figura 5.4 - León

En el Hospital el Bierzo, el Sexo fue identificada como la primera variable de influencia con ( $p$  valor  $< 0.05$ ,  $X^2 = 13.33$ ,  $df = 1$ ). Seguidamente, el segmento de las

Mujeres con TP influyen en el 44% de los reingresos con (valor  $p < 0.05$ ,  $X^2 = 5.59$ ,  $df = 1$ ), según Figura 5.5.

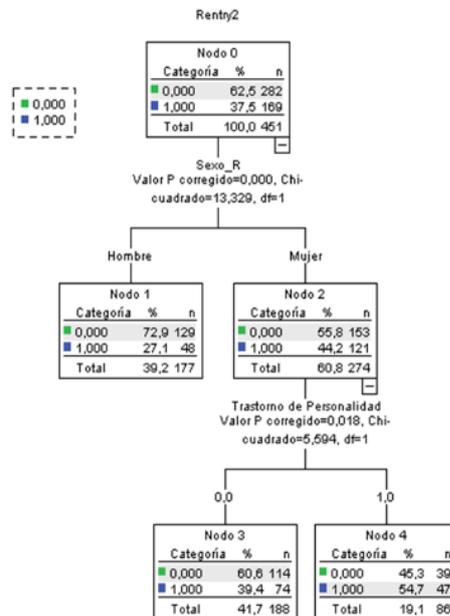


Figura 5.5 - El Bierzo

En **Palencia**, el TP es la variable que más influye el 48% de los reingresos, con (valor  $p < 0.05$ ,  $X^2 = 28,16$ ,  $df = 1$ ), según Figura 5.6.

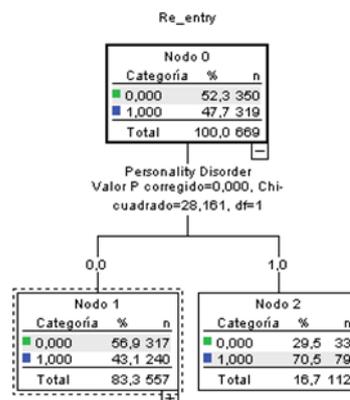


Figura 5.6 - Palencia

En Salamanca, la variable que más influye en los reingresos es el Sexo con valor ( $p < 0.05$ ,  $X^2 = 7.5$ ,  $df = 1$ ). Luego, el segmento de los Hombres con Abuso de Alcohol (AA) sería la siguiente variable de influencia con un 19% de los reingresos con un (valor  $p < 0.05$ ,  $X^2 = 5.38$ ,  $df = 1$ ). El segmento de las mujeres con el 31% de los reingresos, según Figura 5.7.

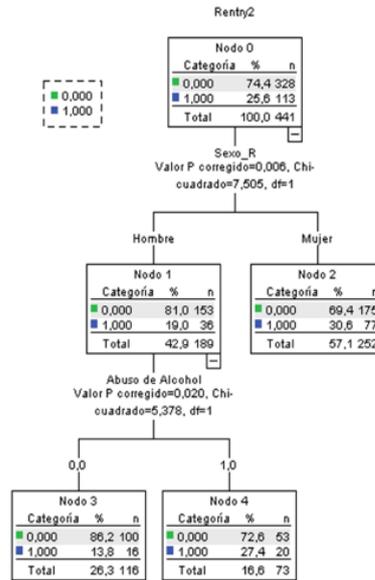


Figura 5.7 - Salamanca

En Segovia, la variable más influyente para explicar los reingresos es el TP con (valor  $p < 0.05$ ,  $X^2 = 34.13$ ,  $df = 1$ ) según Figura 5.8.

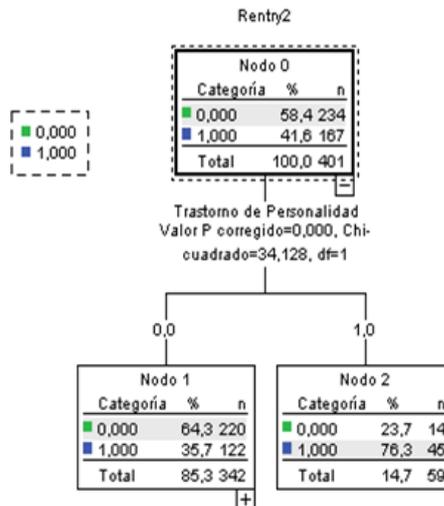


Figura 5.8 - Segovia

En **Soria**, la variable más influyente en los reingresos fue el Trastorno de Adaptación (TA) con un 34% (valor  $p < 0.05$ ,  $X^2 = 7.9$ ,  $df=1$ ), según Figura 5.9.

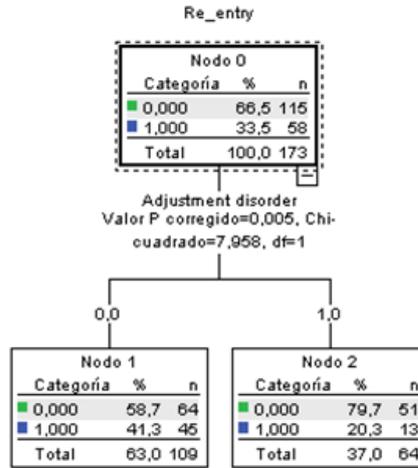


Figura 5.9 - Soria

En **Valladolid**, no se obtuvieron resultados del análisis CHAID.

En **Zamora**, la variable que más influye en los reingresos con el 31%, es el AA con (valor  $p < 0.05$ ,  $X^2=18.04$ ,  $df=1$ ) según la Figura 5.10.

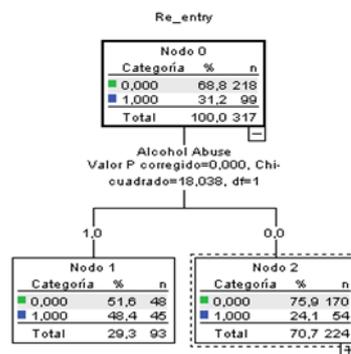


Figura 5.10 - Zamora

### 5.1.2 FS con ML

Los resultados de la FS con técnicas de ML, para identificar las variables que más influyen en la variable de respuesta “reingresos” de los pacientes con CS, según esta investigación (Castillo-Sánchez, Acosta, et al., 2022). Se presentan los resultados obtenidos por medio de la intersección de los resultados comunes de los algoritmos de selección de atributos utilizados (RF, LR y SVM), los cuales son presentados en la Tabla 5.1:

Tabla 5.1 - Comparativa de FS con CHAID y ML por Hospitales

Variables		Hospitales																						CyL	
		Avila		Burgos		Leon		El Bierzo		Palencia		Salamanca		Segovia		Soria		Valladolid		Zamora					
		Chaid	ML	Chaid	ML	Chaid	ML	Chaid	ML	Chaid	ML	Chaid	ML	Chaid	ML	Chaid	ML	Chaid	ML	Chaid	ML				
Trastornos Mentales	Trastorno de Adaptación (TA)		X						X		X		X		X	X	X		X		X		X		
	Abuso de Alcohol (AA)				X		X				X	X			X		X			X	X		X		
	Síndrome Depresivo (SD)		X			X	X				X							X		X			X		
	Trastorno de la Personalidad (TP)		X	X	X		X	X	X	X		X	X	X		X		X			X	X			
	Trastorno Distímico (TD)		X		X				X							X		X		X	X		X		
	Esquizofrenia				X		X				X		X		X		X		X						
	Trastorno Bipolar (TB)		X		X		X		X		X				X		X		X		X				
	Ansiedad		X						X		X		X		X		X				X				
Métodos de Suicidio	Intoxicación o Envenenamiento por Benzodiazepinas (EB)		X			X		X				X		X				X		X			X		
	Ideas de Suicidio	X	X	X	X	X		X		X		X		X				X		X	X		X		
	Intoxicación o Envenenamiento por Drogas (ED)		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		
	Suicidio por Psicotrópicos (SP)				X		X		X		X		X		X		X			X					
	Intoxicación o Envenenamiento Antipsicóticos (EA)		X		X		X		X				X				X		X				X		
	Suicidio por Saltar (SS)				X								X											X	
Otras Variables	Año			X																					
	Edad		X				X		X		X		X		X		X		X				X		
	Sexo		X		X			X	X		X	X	X		X		X		X		X	X	X		

Fuente: Castillo-Sánchez, G., et al. Application of Machine Learning Techniques to Help in the Feature Selection Related to Hospital Readmissions of Suicidal Behavior. *Int J Ment Health Addiction* (2022). <https://doi.org/10.1007/s11469-022-00868-0> (traducción propia)

Para el conjunto de datos que incluye todos los hospitales públicos de CyL, las variables más influyentes según la FS por ML son: Trastorno de Adaptación (TA), Abuso de Alcohol, Síndrome Depresivo (SD), Trastorno de la Personalidad (TP) y Trastorno Distímico (TD) en cuanto a los trastornos mentales. Respecto a los métodos del suicidio, las variables más influyentes son: Envenenamiento por Benzodiazepina (EB), Ideas de Suicidio, Envenenamiento por Drogas (ED), Envenenamiento por Antipsicóticos (EA) y Suicidio por Saltar (SS). Finalmente, podemos observar que se ha identificado la Edad y el Sexo como variables que influyen en los hospitales de CyL. Para este conjunto de CyL se presentan las métricas en la Tabla 5.2, realizada con el 80% de muestra entrenamiento y 20% para prueba.

Tabla 5.2 - Métricas para ML

Métricas	NN	SVM
Precisión	0.93	0.78
Recall	0.88	0.80
F1	0.90	0.79
Acc	0.93	0.85
Hiperparámetros obtenidos por Gridsearch	2 capas, lr=0.01, sgd, activación relu y softmax	Gamma=0.1, kernel Gausiano (RBF)

Fuente: Castillo-Sánchez, G., et al. *Application of Machine Learning Techniques to Help in the Feature Selection Related to Hospital Readmissions of Suicidal Behavior*. *Int J Ment Health Addiction* (2022). <https://doi.org/10.1007/s11469-022-00868-0> (Traducción y Elaboración Propia)

En la Tabla 5.1, se presenta la comparativa entre los resultados de FS con CHAID y ML, para cada hospital de esta región. La comparativa entre la FS con CHAID y con ML, permite visualizar las variables en que coinciden ambas técnicas, los cuales son: TP, TD y las Ideas del suicidio, así como el Sexo para este conjunto de datos. Es importante señalar, que la manera en que trabajan estos algoritmos es diferente, por lo cual, se entiende la gran variabilidad de los resultados en cada Hospital de esta región, además de la misma complejidad que sufre el CS.

A continuación, se presentan los resultados por hospitales, según los trastornos mentales, los métodos de suicidio y otras variables que han sido identificadas con influencia en los reingresos pacientes con CS. Se detallan los resultados de la FS con ML por hospital, tal como se presentan en la Tabla 5.1, de la siguiente manera:

Para **Ávila**, se identificó que el grupo de variables formado por: TA, SD, TP, TD, TB, Ansiedad, EB, Ideas de Suicidio, ED, EA, Edad y Sexo influyen en los reingresos. En el caso de **Burgos**, se identificó que el grupo de variables formado por: AA, TP, TD, Esquizofrenia, TB, Ideas de Suicidio, ED, SP, EA, SS y Sexo influyen en los reingresos de paciente con CS. En **León**, se identificó que el grupo de variables formado por: AA, SD, TP, Esquizofrenia, TB, EB, Ideas de Suicidio, ED, SP, EA y Edad influyen en los reingresos.

En **el Bierzo**, se identificó que el grupo de variables formado por: TA, TP, TD, TB, Ansiedad, EB, Ideas de Suicidio, ED, SP, EA, Edad y Sexo influyen en los reingresos. En **Palencia**, se identificó que el grupo de variables formado por: TA, AA, SD, TP, Esquizofrenia, TB, Ansiedad, Ideas de Suicidio, ED, SP, Edad y Sexo influyen en nuestra variable de respuesta. En **Salamanca**, se identificó que el grupo de variables formado por: TA, TP, Esquizofrenia, Ansiedad, EB, Ideas de Suicidio, ED, SP, EA, SS, Edad y Sexo influyen en los reingresos según los resultados presentado en la Tabla 5.1.

En **Segovia**, se identificó que el grupo de variables formado por: TA, AA, TP, Esquizofrenia, TB, Ansiedad, EB, Ideas de Suicidio, ED, SP, Edad y Sexo influyen en los reingresos. En **Soria**, se identificó que el grupo de variables formado por: TA, AA, TP, TD, Esquizofrenia, TB, Ansiedad, ED, SP, EA, Edad y Sexo influyen en los reingresos. En **Valladolid**, se identificó que el grupo de variables formado por: TA, SD, TP, TD, Esquizofrenia, TB, EB, Ideas de Suicidio, ED, EA, Edad y Sexo influyen en nuestra variable de respuesta. En **Zamora**, se encontraron que el grupo de variables formado por: TA, AA, SD, TD, TB, Ansiedad, EB, Ideas de Suicidio, ED, SP y Edad influyen en los reingresos, según la Tabla 5.1

#### *Selección de los atributos por el experto*

El experto sólo indicó que las variables relacionadas con los trastornos somáticos no fueran incluidas en la FS (ver Tabla 3.1), debido a que esas variables son consecuencias del CS, no la causa del reingreso hospitalario por salud mental.

### 5.1.3 Opinión de Expertos

Se realizó una prueba de Wilcoxon en la opinión de los expertos en CS, con el objetivo de validar los resultados obtenidos por la FS con ML, en cada Hospital de esta región. Se evaluaron 10 hospitales y el Conjunto completo de Cyl, siendo un total de 11 grupos o conjuntos de variables identificadas por ML.

Se realiza la Prueba de normalidad sobre los datos de la valoración entre expertos, por medio de la prueba de Shapiro Wilk.

$H_0$  = la variable presenta una distribución normal (Hipótesis nula de esta prueba de normalidad)

$H_1$  = la variable presenta una distribución no normal (Hipótesis alternativa de esta prueba de normalidad)

Toma de decisión:

Sig. (p valor) > alfa: No rechazar  $H_0$

Sig. (p valor) < alfa: Rechazar  $H_0$

El alfa es 0.05, se obtuvo p valor = 0,017 < 0.05, se rechaza la normalidad en los datos, por lo tanto, se realiza pruebas no paramétricas. Por lo tanto, se selecciona la prueba de diferencias de medias para muestras pareadas de Wilcoxon. Debido a los resultados de normalidad y la muestra de 11 conjuntos. La regla de decisión para esta prueba: el (p valor) debe ser menor que 0.05 (alfa) para rechazar la  $H_1$ .

$H_1$  = no hay diferencia en ambos expertos (Hipótesis de la Tesis)

$H_a$  = hay diferencia

#### Estadísticos de prueba<sup>a</sup>

	Exp2 - Exp1
Z	-,378 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,705

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

Figura 5.11 - Prueba de Wilcoxon

Fuente: Elaboración Propia

Según a la Figura 5.11, (p valor = 0.705) > 0.05, por lo tanto, no se rechaza  $H_1$ .

*H<sub>1</sub>: Las técnicas de ML ayudan a identificar los trastornos mentales que influyen en los reingresos por CS en los hospitales de CyL.*

Es decir, no hay diferencia significativa entre las dos valoraciones de experto sobre los resultados obtenidos, por la FS por las técnicas de ML. Por lo tanto, se puede decir con un 95% de significancia, que las técnicas de ML ayudan a identificar los trastornos mentales que más influyen en el reingreso de pacientes con CS, por hospitales en CyL (Ver Figura 5.12).

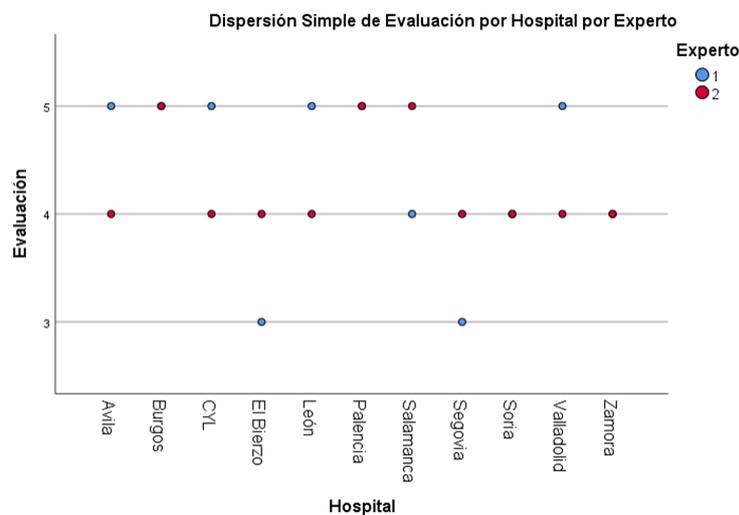


Figura 5.12 - Evaluación por Expertos

Fuente: Elaboración Propia

Con respecto a la hipótesis de esta tesis doctoral, se concluye de acuerdo con los resultados obtenidos que:

*H<sub>1</sub>: Las técnicas de ML ayudan a identificar los trastornos mentales que más influyen en el reingreso de pacientes con CS, por hospitales en CyL, con un 95% de significancia.*

## 5.2 Sistema Propuesto (SP)

Después de identificar las variables que más influyen en los reingresos hospitalario de pacientes con CS en CyL, presentados en la sección 5.1, se propone este SP para explorar las necesidades de estos pacientes y ayudar a la prevención del CS.

Inicialmente, los participantes en esta investigación fueron reclutados de los usuarios de la red pública de salud mental, de las áreas asistenciales de Zamora. Se valoraron su inclusión después de firmar el consentimiento informado y cumplir con los criterios de inclusión presentado en capítulo 3, apartado 3.2. Esta SP cuenta con la aprobación del Comité Ético Código: PI 20-1682 por el CEIm. La SP que incluye la APP, se probó inicialmente con 7 personas con CS.

### Pacientes del estudio FG

De la muestra inicial de 7 pacientes, que utilizaron la APP en esta investigación, 4 pacientes aceptaron participar en el estudio cualitativo. Se llevó a cabo una única sesión del grupo focal. La Tabla 5.3 muestra las características sociodemográficas de los pacientes participantes.

Tabla 5.3 - Características sociodemográficas de los pacientes en el estudio

id	Sexo	Edad	Estado civil	Nivel de educación	Trastorno principal	Ocupación	Interés Tecnología
P1	Mujer	24	soltera	FP	TEPT/TLP	No tiene	Bastante interesado
P2	Mujer	36	casada	FP Superior	TPNE/TANE	Diseñadora Gráfica	Muy interesado
P3	Mujer	45	casada	Primaria	TLP	No tiene	Muy interesado
P4	Mujer	27	soltera	Universidad	RA	Opositora	Bastante interesado

TEPT: Trastorno por estrés postraumático; TLP\*: Trastorno límite de la personalidad; TPNE\*: Trastorno de personalidad no especificado; TANE: Trastorno de ansiedad no especificado; RA: Trastorno de Adaptación-Reacción de adaptación. \*Tanto TLP, TPNE pertenecen TP.

Fuente: FG

La discusión fue guiada a través de un guion de preguntas abiertas semiestructuradas que se presentan en el Anexo 4. Durante las discusiones, se alentó a los participantes a que dieran todas sus opiniones ya fueran estas positivas o negativas. La duración de la sesión fue de 70 minutos. Posteriormente se diseñó un sistema homogéneo de categorías o temas. A cada tema se le coloca la cantidad de comentarios registrados por cada tema (nodo), tal como aparece en la Figura 5.13.

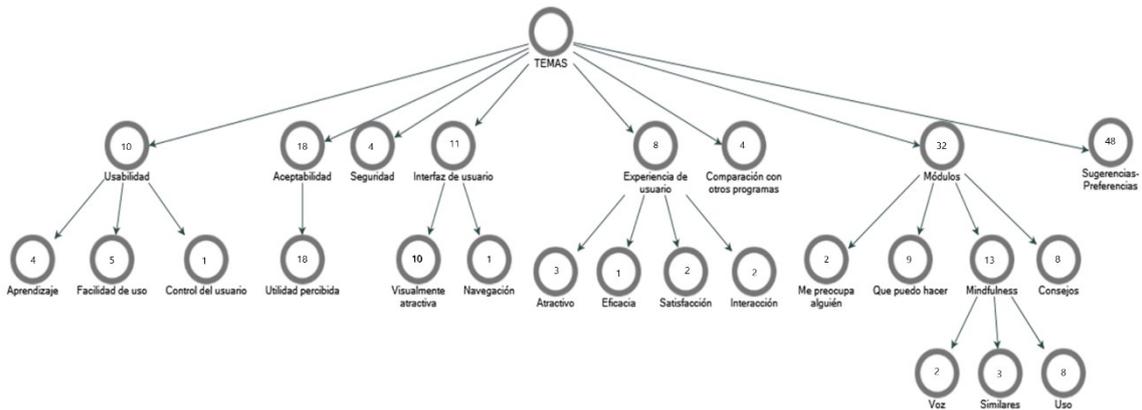


Figura 5.13 - Tema Relevantes del FG

Fuente: FG

La Tabla 5.4, resume algunas ideas expresadas por los pacientes participantes del estudio, acerca de cada uno de los temas identificados en este FG. Se utilizaron citas para ilustrar las ideas expresadas por los pacientes. “P” indica paciente/participante. Además, para una mejor comprensión de los contenidos, algunas citas textuales se modificaron ligeramente. Los resultados se explican por tema en la Tabla 5.4.

Tabla 5.4 - Resumen de las ideas de los pacientes en el FG

Temas	Subtemas	Citas
Aceptabilidad	Utilidad percibida	<p>P4: “Me ha ayudado bastante...pero es un poco ambiguo que a lo mejor se valore que estoy o muy feliz o triste...creo que a lo mejor hay un abanico de sentimientos con los que te puedes sentir más identificado y que a lo mejor se puede dar como más opciones”</p> <p>P3: “Quizás los emojis sean demasiado simples para algo tan complicado”</p> <p>P2: “Yo creo que la APP es útil, pero hay que pulirla...”</p>
Experiencia de Usuario (UX)	Atractivo Eficacia Interacción Satisfacción	<p>P2: “Me parece muy.... Incluso frívolo el poner el emoji... (la APP) tiene que ser más empática, más personal”</p> <p>P3:” Los emoticonos no alcanzan a expresar todo lo que sentimos porque muchas veces si te pones alegre, enfadado, pero en ese momento a lo mejor no tienes ninguna de esas cosas, sientes otras cosas como que quisiera explicarlo de otra manera...”</p> <p>P4: “Me ha ayudado bastante el tema del seguimiento de los estados de ánimo”</p> <p>P1: “Es muy fría (la APP) los colores son muy fríos”</p>

Temas	Subtemas	Citas
Interfaz de Usuario (UI)	Navegación  Visualmente atractivo	P1: "Entras en la APP porque tienes ya un momento malo (para dar pues un aviso), y no encuentras una cosa (porque esta no sé qué la otra cosa) te manda para la otra, yo he llegado a hacer días que digo no puedo y he cogido de llamar a urgencias (preguntar por el psiquiatra o psicólogo) es que he entrado en la APP, digo y me he puesto muy nerviosa, más de lo que estaba... está mal ordenada.  P2: "Para mí no (es atractiva) ... (la cambiaría) completamente...estéticamente es...te da pereza entrar"
Seguridad		P1; P2; P3; P4: "Si, si... te da la sensación (de seguridad)"
Usabilidad	Aprendizaje Control del usuario Facilidad de uso	P2: "Si, para una persona que tiene en ese momento la mente completamente nublada, es muy complicada"  P1: "Cuando estas lúcida es muy fácil (uso), pero en esos momentos que estas bloqueada...no"  P3: "... no sé cómo explicar lo que siento entonces tengo que poner triste porque es lo único que me deja poner"
Módulos	Mindfulness  Consejos  Me preocupa alguien  Que puedo hacer	P2: "A mí me gustan los consejos que te da son consejos hechos por psicólogos que están dentro de los protocolos es decir que están guays"  P1: "Los consejos deberían ser más amplios... no tan formal, no tan... metódico...como cuando hablan con nosotros que son pues... si te tienen que decir venga tranquila sabes te lo dicen"  P4: "Sí, pero a mí si me gusta...pero yo por ejemplo no puedo hacer mindfulness con un chico"  P2: "A veces yo no puedo expresar lo que tengo que expresar y entonces el coge (mi marido) se lo mira (me preocupa alguien), es como una especie de guía para las personas que están más cerca de ti que en ese momento no saben cómo reaccionar ni que decirte, ni qué hacer entonces si considero que eso está bien"  P1: "Yo eso ni lo tengo rellenado (que puedo hacer)  P3: "Es que es muy frio" (que puedo hacer)  P4: "Como no es atractivo, no te hace rellenarlo..., hay que hacer algo para que sea más atractivo" (que puedo hacer)
Sugerencias - preferencias		P4: "Sería increíble que él (psiquiatra) estuviera las 24 horas para nosotras, pero eso es imposible"  P2: "Enfocaría la APP de manera visual en algo tipo diario como una especie de diario personal..... en el que pueda compartir con una especie de comunidad que se cree entorno a la APP"  P1: "Imaginate yo tengo un bajón pues poner chicas (un grupo cerrado) estoy así me podéis ayudar o aconsejar" P3: "Porque nosotras sabemos lo que sentimos"  P1: "lo de los emojis lo quitaría"

Temas	Subtemas	Citas
		<p>P2: “Escalas del uno al diez no estarían mal”</p> <p>P4: “(Colocar una opción) o un hueco a lo mejor para estoy triste y que te ponga ... ¿por qué? o ¿qué te pasa? o ...”</p> <p>P2: “Cambiaría el lenguaje de la APP”</p> <p>P4: (Dar alternativas como:) “tenemos estos sonidos de cascadas, te apetece escucharlos o tenemos justamente una meditación guiada”</p>
Comparación con otros programas o aplicaciones		<p>P2: Hay una APP que yo la uso mucho para cuando estoy estresada y que solamente son sonidos...me encanta nadie habla”</p> <p>P1:” Hay una que es 432 hercios, esa también es total o sea es igual es todo sonidos relajantes”</p>

Fuente: FG

A continuación, se presenta los resultados por cada tema detectado en este FG, de la siguiente manera:

### Aceptabilidad

(Utilidad percibida): La APP fue considerada útil por el grupo de estudio. Los aportes realizados por el grupo en la categoría utilidad percibida fueron relevantes. (Ver Tabla 5.4 para más información). La utilidad percibida fue una de las categorías en las que se recopiló la mayor cantidad de referencias codificadas. Sin embargo, los participantes plantearon algunos problemas especialmente centrados en el seguimiento del estado de ánimo, consideran que los emojis son demasiado simples para recopilar sentimientos. A veces, es difícil explicar lo que sienten y que se deberían ofrecer más opciones de respuesta. Ver Figura 5.14.

### Experiencia de usuario (UX)

(Atracción, Eficacia, Interacción, Satisfacción): Los participantes están satisfechos con la APP, ya que consideran que les ha ayudado, en algunos casos con ciertas reservas. Por ejemplo: P4: “El seguimiento de estados de ánimo me ha ayudado mucho”; P1: “La APP sí te ayuda en algunos aspectos, pero en otros me pone muy nerviosa”.

También, se mencionan aspectos relacionados con la interacción, en los que consideran que la APP debería ser más proactiva. En este aspecto, las respuestas más específicas fueron: P2: “que haya interacción con la APP, que seamos nosotros los que nos tengamos que mover”; P1: “Que la APP sea más insistente con nosotros”. En cuanto a la atracción, P1: “Es (la APP) muy fría, los colores son muy fríos”. En la Figura 5.12, sobre

los estados de ánimos y preguntas de seguimiento podemos visualizar una parte evaluada en UX. Para el resto de las categorías de este tema, no hubo comentarios relevantes.

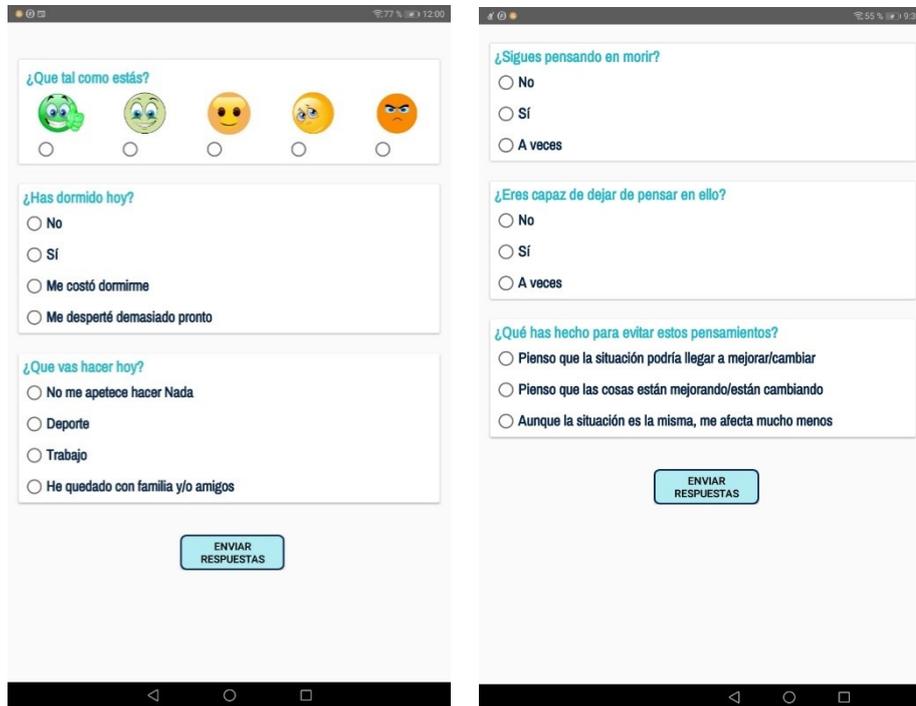


Figura 5.14 - Estados de ánimos y Preguntas de seguimiento en la APP.

Fuente: SP - APP

## Interfaz de usuario (UI)

(Navegación, Visualmente atractivo): Con respecto a la interfaz de usuario, los comentarios se centraron específicamente en el aspecto visual de la UI. Los pacientes comentan que es bonito, pero en general consideran que es poco atractivo. Respecto a la navegación, los participantes no parecen percibir mayores problemas.

## Seguridad

En relación con la seguridad se valoraron dos aspectos: por un lado, la seguridad de la herramienta en cuanto a los datos que podría almacenar. Por otro lado, la seguridad que le brinda a la persona tener esta APP en su dispositivo móvil. La respuesta de los participantes fue unánime, no tienen dudas de que es una herramienta segura y que puede brindar seguridad en tiempos de crisis (ver Tabla 5.4).

## Usabilidad

(Aprendizaje, Control de usuario, Facilidad de uso): En cuanto a la usabilidad de la APP, los participantes opinan que es fácil de usar, pero enfatizan en aquellos momentos en los que no se está bien y entonces, se vuelve muy complicado utilizarla. Por ejemplo: P1: “Cuando estás lúcido es muy fácil, pero en esos momentos en que estás bloqueado...no”; P2: “Sí, para una persona que tiene la mente completamente nublada en ese momento, es muy complicado”.

## Módulos



Figura 5.15- Captura de Pantalla del Mindfulness en la APP

Fuente: SP- APP

Con respecto al “*Mindfulness*”, es el módulo que más referencias ha generado. En general, sí les gusta usarlo y les resulta útil, aunque la mayoría reconoce que lo han usado muy poco. El uso de una voz masculina o femenina en los videos de *Mindfulness* fue objeto de comentarios. En este aspecto, las respuestas más específicas fueron: P4: “No puedo hacer mindfulness con la voz de un chico”; P1: “A mí me pasa todo lo contrario, la voz de mujer es más aguda”; P2: “No puedo hacer mindfulness con voz de mujer”. Ver Figura 5.15.

Respecto al apartado “*Me preocupa alguien*”, los participantes consideran que les ha ayudado a comprenderlos mejor (pacientes con CS). La respuesta más específica fue: P2: “A veces no puedo expresar lo que tengo que expresar y luego lo coge y lo mira (Mi marido). Es como una especie de guía para las personas que están más cerca de ti, que, en ese momento, No saben cómo reaccionar ni qué decirte, ni qué hacer, si considero que está bien”.

Respecto a los “*Consejos rápidos*” que facilita la APP para momentos de crisis, los participantes consideran que sí les han ayudado, aunque consideran que deberían ser más amplios y con un lenguaje no tan formal. Las respuestas más específicas fueron: P2: “A mí me gustan los consejos que te da, son consejos hechos por psicólogos que están dentro de los protocolos, es decir que están muy bien”; P1: “Los consejos deberían ser más amplios... no tan formal, no tan... metódico... como cuando hablan con nosotros”; P4: “Sí, me han ayudado”. Ver Figura 5.16.

Respecto al apartado “*¿Qué puedo hacer?*”, la mayoría de los participantes no habían rellenado datos en el apartado mencionado. Los participantes justificaron la no utilización indicando: P4: “No es atractivo, no te obliga a rellenarlo”; P1: “Las preguntas son muy metódicas...” Ver Figura 5.16.

Con relación al apartado “*No puedo solo*”, los participantes consideran fundamental contar con un terapeuta con el que poder hablar en momentos de crisis: P2: “En momentos de saturación emocional.... necesito que ese sufrimiento pare de alguna manera, entonces, sí que necesitas a alguien en ese momento”. Ver Figura 5.16.



Figura 5.16- Sección “Tengo ideas suicidas” desde APP

Fuente: SP-APP

### Sugerencias/preferencias

Los participantes realizaron un gran aporte de sugerencias, de hecho, fue la categoría que más aglutinó el mayor número de referencias. Las sugerencias y preferencias abarcan diferentes aspectos de la APP. Los participantes/pacientes se mostraron con una gran predisposición a aportar ideas. Respecto al *seguimiento del estado de ánimo*, consideraron que los emojis son demasiado simples para recoger los sentimientos que pueden surgir, a veces es difícil explicar lo que sienten y que deberían de ofrecerse más opciones de respuesta.

Además, consideraban que la APP debería preguntar “¿cómo te sientes?” varias veces al día. En este sentido, plantearon algunas sugerencias: P1: “lo de los emojis lo quitaría”; P2: “Escala del uno al diez no estarían mal”; P4: “Alguna vez vi como una especie de círculo que ponía dentro la felicidad, como que estaba dividido y que puede ser fácil identificarlo”; P4: “Si indico que estoy triste, que te pregunte ¿por qué? o ¿qué te pasa?”. P1: “cinco (5) avisos al día cada x horas, que te mande un aviso cómo te sientes y tú en ese período de tiempo de uno a otro puedes cambiar”.

Los participantes también hablaron de generar una *respuesta más interactiva por parte de la APP*, que vaya guiando al usuario. Algunas sugerencias fueron: P2: “por ejemplo pones estoy triste y le das a siguiente y pones me siento desesperanzada y a lo mejor lo que te apetece es hablarlo con alguien. Obviamente la APP, tampoco te va a ayudar como tal, pero sí que te pueda sugerir hacer mindfulness, hablar con alguien, ver algún video que te relaje, escuchar un sonido que te relaje o, algo así...”; P4: “O tenemos estos sonidos de cascadas, te apetece escucharlos o tenemos justamente una meditación guiada”; P2: “Enlazar unas cosas a otras, entro y marco que estoy triste que esa decisión que yo tomo, que me lleve a esos videos que ese momento me podrían ayudar a encontrarme mejor”;

Otro aspecto que surgió fue el *lenguaje de la APP*. En algún caso se consideró que era demasiado formal: P2: “que te digan ¿qué tal estas? que es más informal y no ¿cuál es tu estado de ánimo?”.

También, se sugirió la creación de una *comunidad* con la que compartir, una especie de red de apoyo ente iguales, basándose en el conocimiento que los miembros del grupo tienen, porque ellos saben lo que está pasando la persona. Las respuestas más específicas fueron: P2: “Enfocaría la APP de manera visual en algo tipo diario como una especie de diario personal (donde pueda escribir, en el que pueda compartir con una especie de comunidad, que se cree entorno a la APP”); P1: “Imagínate yo tengo un bajón pues poner chicas (un grupo cerrado) estoy así, me podéis ayudar o aconsejar”; P3: “Porque nosotras sabemos lo que sentimos”.

### **Comparación con otros programas/aplicaciones**

Los participantes mencionaron alguna APP que consideraban que funcionaba muy bien para relajarse, comparándola con el Mindfulness. En ese aspecto comentaron: P2: “Hay una APP que yo la uso mucho para cuando estoy estresada y que solamente son sonidos...me encanta, nadie habla”; P1: “Hay una que es 432 hercios, esa es total o sea es igual, es todo sonidos relajantes”.

De lo anterior, la evaluación de la *APP* puede ayudar a la prevención de pacientes con CS y posiblemente a reducir la carga hospitalaria en CyL. Al considerar la evaluación de los pacientes sobre esta APP, se pueden realizar mejoras según los temas identificados

en el FG. Por lo tanto, la mejora en UI, UX y aceptabilidad se puede abordar con objetivos realistas. La APP para prevenir el CS es prometedora y se debe investigar más en este campo.

Con respecto a la hipótesis de esta tesis doctoral, se concluye que:

*H<sub>2</sub>: La evaluación de la APP ha permitido explorar las necesidades de los pacientes, pero se deben realizar ajustes sustanciales en UI, UX y aceptabilidad de la APP para ayudar a la prevención del CS.*

# **Capítulo 6**

## **6. Discusión**

En este capítulo se discuten los resultados alcanzados en esta tesis doctoral. Primeramente, se centra en la identificación de los trastornos mentales y los métodos de suicidio que influyen en los reingresos hospitalarios de los pacientes con CS, en esta región. Se presenta un SP que incluye una APP con la finalidad de explorar las necesidades de estos pacientes, ayudar a la prevención del CS y reducir la carga hospitalaria. En la sección 6.1, se discuten las técnicas utilizadas en otras investigaciones. Luego, se discuten las variables identificadas en la FS, comparando cada variable identificada con investigaciones relacionadas. En la Sección 6.2, se discuten los resultados de la evaluación de la APP y se comparan con investigaciones relacionadas. Finalmente, se presentan las limitaciones de esta investigación en la sección 6.3.

### **6.1 Identificación de Trastornos Mentales (FS)**

El análisis de CHAID es un método ampliamente utilizado para la identificación de atributos que más inciden en la explicación de una variable respuesta estudiada (Assous, 2022; Gavurová et al., 2017; Xu et al., 2020). En (Pourmand et al., 2021) se expone que este método es usado para la selección de atributos con base en la distribución de estadística de los datos. Sin embargo, en muchas aplicaciones, la función de distribución de probabilidad es desconocida y difícil de estimar (Pourmand et al., 2021). Es por ello, que se decide usar un método iterativo basado en árbol, el análisis de CHAID (Jojoa et al., 2021), y complementándolo con una selección de atributos basada en ML, pues la idea es mejorar la generalización de los resultados obtenidos para este tipo de problemas clínicos. La selección de atributos cobra mucha importancia en este tipo de investigación. Del mismo modo, en (Bennasar et al., 2015; Jojoa-Acosta et al., 2021) propone que solo se usen las técnicas ML y evaluación de por expertos. En esta investigación se mejora la generalización de los resultados al presentar los métodos estadísticos tradicionales, conservando la etapa de selección por expertos en el área, con el fin de validar las salidas de

los algoritmos utilizados por medio de la opinión de expertos. Esto se realizó por medio de la prueba de Wilcoxon.

Para lograr la identificación de los trastornos mentales, fue necesaria la aplicación de técnicas como CHAID, y el *ensamble* basado en las salidas comunes de los algoritmos RF, LR y SVM, para obtener una generalización en la funcionalidad de la FS por ML. Posteriormente, con el objetivo de llevar a cabo la validación de los resultados de FS por ML, se realiza la evaluación por parte de los expertos.

A partir de ello, se presentan las variables que influyen en los reingresos de pacientes con CS en los Hospitales públicos de CyL incluidos en esta investigación (ver Capítulo 3 y 5).

Según los resultados obtenidos por FS con CHAID y ML (Ver tabla 5.1), los Trastornos Mentales que influyen en los reingresos de los pacientes con CS, en los hospitales públicos de CyL, son:

**Trastorno de Adaptación (TA)**, este trastorno prevalece en los hospitales de Ávila, el Bierzo, Palencia, Salamanca, Segovia, Soria, Valladolid y Zamora. CHAID coincide para el hospital de Soria en este trastorno. En el estudio de (Fegan & Doherty, 2019) sugiere que existe una fuerte asociación entre el TA y las conductas suicidas. En el estudio (P. Casey et al., 2015) se relaciona el TA con el suicidio como un trastorno de riesgo, sin embargo las limitaciones del mismo estudio no permiten generalizar en todos los entornos psiquiátricos.

**Abuso del Alcohol (AA)** es identificada como variable de influencia en los reingresos de los hospitales de Burgos, León, Palencia, Segovia, Soria y Zamora. CHAID coincide para el hospital de Salamanca y Zamora en este trastorno. En un estudio realizado en Australia, apoyan que la conducta agresiva, la comorbilidad con otros trastornos psiquiátricos y los conflictos interpersonales recientes como: la ruptura y los conflictos familiares, pueden desencadenar el suicidio en personas con abuso de alcohol (Kölves et al., 2017). La investigación (Conner & Bagge, 2019), indica que AA aumenta el riesgo de comportamiento suicida.

**Síndrome Depresivo (SD)** es una variable influyente para Ávila, León, Palencia, Valladolid y Zamora. Es importante señalar, que la FS con CHAID coincide para el

hospital de León en esa variable. En este estudio (Revappala et al., 2021), los resultados muestran que el SD es más común entre los trastornos de los estados de ánimos relacionado con los intentos de suicidio.

**Trastorno de la Personalidad (TP)** es una variable influyente en Ávila, Burgos, León, El Bierzo, Palencia, Salamanca, Segovia, Soria y Valladolid. Con CHAID coincide para el hospital de Burgos, El Bierzo, Palencia y Segovia en este trastorno. El estudio (Doyle et al., 2016), muestra un aumento de 20 veces el riesgo de suicidio para los pacientes con TP en comparación con otros trastornos registrados.

**Trastorno Distímico (TD)** es considerado una variable que influye en Ávila, Burgos, El Bierzo, Soria, Valladolid y Zamora. TD recurrente muestra un mayor riesgo de suicidio según el estudio (Witte et al., 2009).

**Esquizofrenia** se presenta como variable influyente en Burgos, León, Palencia, Salamanca, Segovia, Soria y Valladolid. Existe un vínculo notable entre la Esquizofrenia y el Suicidio en China según el estudio (Lyu et al., 2021). Las personas con esquizofrenia que se suicidaron tenían una mayor intención de suicidio que los que no presentan este trastorno, según (Lyu & Zhang, 2021).

**Trastorno Bipolar (TB)** es una variable influyente en Ávila, Burgos, León, El Bierzo, Palencia, Segovia, Soria, Valladolid y Zamora. Existen estudios sobre el TB y el Suicidio para comprender los factores de riesgo clínicos y demográficos (Miller & Black, 2020).

**Ansiedad** es una variable influyente en Ávila, El Bierzo, Palencia, Salamanca, Segovia, Soria y Zamora. Los diagnósticos de salud mental como la ansiedad y/o depresión se asocian fuertemente con el suicidio entre los estudiantes universitarios según (S. M. Casey et al., 2022).

**Envenenamiento con Benzodiazepina (EB)** es considerada como una variable que influye en Ávila, León, El Bierzo, Salamanca, Segovia, Valladolid y Zamora. La prevalencia de este tipo de envenenamiento intencional está relacionado con trastornos de salud mental diagnosticados, especialmente entre mujeres jóvenes (Bushnell et al., 2021).

**Ideas de Suicidio** es considerada como una variable que influye en Ávila, Burgos, León, El Bierzo, Palencia, Salamanca, Segovia, Valladolid y Zamora. CHAID coincide para el hospital de Ávila y Burgos en esta variable. En esta investigación los autores

(Chapman et al., 2015), señalan que se deben interpretar con cautela la asociación de la ideas del suicidio con el suicidio posterior, debido a la gran heterogeneidad de los estudios y los trastornos asociados.

**Envenenamiento con Drogas (ED)** es considerada como una variable que influye en Ávila, Burgos, León, El Bierzo, Palencia, Salamanca, Segovia, Soria, Valladolid y Zamora. El 50% de los ingresos por intoxicación aguda por drogas fue por intento de suicidio, de acuerdo a este estudio (Andersen et al., 2022). En un estudio transversal (Shiels et al., 2020) se muestra que las características demográficas y los patrones geográficos varían según la causa de muerte, lo que sugiere que el aumento de las tasas de muerte por esta causa (ED) y el abuso del alcohol no se concentra en un solo grupo o región. En otro estudio los autores (Lynn et al., 2022), indican que el monitoreo continuo de signos de intención suicida en personas con enfermedades mentales, dolor crónico, sobredosis y/o medicamentos de salud mental recetados, puede ayudar a identificar a las personas que necesitan una intervención adicional. El uso de drogas como los opioides es un predictor proximal de intentos de suicidios (Marengo et al., 2021) en algunas regiones.

**Suicidio por Psicotrópicos (SP)** es considerada como una variable que influye en Burgos, León, El Bierzo, Palencia, Salamanca, Segovia, Soria y Zamora. Existe un estudio donde comparan los casos de autointoxicación por psicotrópicos y sus resultados dependen de la región estudiada (Pfeifer et al., 2020).

**Envenenamiento por Antipsicóticos (EA)** es considerada como una variable que influye en Ávila, Burgos, León, El Bierzo, Salamanca, Soria y Valladolid. Los hallazgos encontrados en este estudio (Asp et al., 2021), indican que los intentos de suicidio se tratan con mayor frecuencia con antipsicóticos en comparación con los que no se suicidan, independientemente de la comorbilidad del TA que presenta la muestra del estudio. En una investigación sobre este tema los autores (Ferrety et al., 2018) mostraron poca diferencia en la toxicidad de los estabilizadores del estado de ánimo individual del paciente.

**Suicidio por Saltar (SS)** es considerada una variable que influye en Burgos y Salamanca. Hay poca diferencia en las características de las personas que se suicidan por saltar desde diferentes lugares según los estudios (Bennewith et al., 2011; Gunnell & Nowers, 1997) siendo un hecho, que es un método de suicidio en nuestra sociedad.

El análisis de CHAID solo en el hospital de Burgos mostró que la variable **Año** explicaba el comportamiento de los reingresos, mientras que en el resto de los hospitales esa variable no resulta identificada, según la metodología planteada en esta investigación. En concreto, la crisis económica (Mattei et al., 2019) y el aumento del desempleo (Chang et al., 2013; López-Contreras et al., 2019) son consideradas como factores de riesgo importantes del suicidio (Demirci et al., 2020).

Según el estudio (Roca et al., 2013), para evaluar la relación entre el suicidio y la crisis económica, debemos evitar centrarnos en las tasas inmediatas de suicidio. En este sentido, los autores señalan que primero debemos centrarnos en las enfermedades subyacentes y solo después en las consecuencias de las enfermedades, que derivan en el suicidio. En general, se estima que se acentúa el riesgo de suicidio en situaciones de incertidumbre económica (Vandoros et al., 2019) o cuando aumenta la situación de pobreza familiar, especialmente si está asociada a problemas previos de salud mental (Pan et al., 2013). En consecuencia, y considerando que se anuncia una situación de colapso del comercio mundial, que puede conducir a una profunda crisis económica como consecuencia de la pandemia (Slater, 2020), esto se puede traducir en altas tasas de suicidio según el estudio (Mannix et al., 2020).

**Edad** es otra variable que influye en los reingresos de los hospitales de Ávila, León, El Bierzo, Palencia, Salamanca, Segovia, Soria y Valladolid según los resultados obtenidos en la Tabla 5.1. Un estudio pudo demostrar un aumento significativo en las tasas de suicidio con el aumento de la edad en hombres (25 países) y mujeres (27 países) (Shah, 2007). En este estudio (Da Veiga & Saraiva, 2003) se discuten las implicaciones prácticas en el contexto que relacionan los patrones de la edad con el suicidio en dimensiones sociológicas y económicas que requieren mayor investigación.

**Sexo** es otra variable que influye en los hospitales de Ávila, Burgos, El Bierzo, Palencia, Salamanca, Segovia, Soria, Valladolid y Zamora. También el análisis de CHAID en los hospitales El Bierzo y Salamanca coinciden en esta variable. Teniendo en cuenta las diferencias en la intención suicida entre hombres y mujeres, se destaca en este estudio (Freeman et al., 2017) y recomiendan estrategias de prevención e intervención enfocadas por el sexo.

En una revisión sistemática sobre el uso de ML para la predicción del comportamiento suicida los autores (Nordin et al., 2022) destacan que las características dinámicas de los CS siguen siendo difíciles para desarrollar en un modelo de predicción. Las técnicas de ML se utilizan para mejorar y complementar el proceso de toma de decisiones clínicas en la atención médica (Nordin et al., 2022). Las investigaciones que utilizan técnicas de ML para la prevención del suicidio, abarcan diversos campos médicos y de las ciencias de la computación, desafiando su revisión, difusión e impacto (Bernert et al., 2020). Esta revisión concluyó que existe un número limitado de estudios (n=13 de 87) que se enfocan en determinar el riesgo entre afecciones psiquiátricas específicas como los trastornos de ánimo y la esquizofrenia (Bernert et al., 2020).

En años posteriores al COVID-19, se pueden dar efectos emocionales importantes en las personas que lo han sufrido, y es previsible que provoquen un incremento sustancial de trastornos de ansiedad y depresión, así como también el consumo de sustancias, la soledad y violencia doméstica pueden incrementar el suicidio según este estudio (Galea et al., 2020).

Según (Reger et al., 2020), se ha previsto un incremento notable del riesgo e intentos de suicidio en la población después del COVID-19. Además, los nuevos cambios por el COVID-19, pueden incrementar el riesgo de suicidio y reducir los factores de protección (Mannix et al., 2020). Se estima, que se puede dar una reducción en la interacción social y también la pérdida de algunos factores de protección frente al suicidio (Reger et al., 2020). Esta vulnerabilidad se estima que puede ser todavía mayor entre las personas que tienen problemas previos de salud mental (Smith et al., 2020).

De acuerdo con el estudio (You et al., 2020), las intervenciones impulsadas por políticas o estrategias deben ser organizadas por los gobiernos centrales y las regiones, considerando las características regionales para reducir las tasas locales de suicidio de manera más efectiva. Los servicios de salud se pueden innovar con un sistema propuesto para reducir la carga hospitalaria y brindar un servicio a estos pacientes con CS. En este sentido, nos centramos en la identificación de los trastornos mentales y los métodos de suicidio en los pacientes con CS en esta región, para plantear un ecosistema de software

propuesto y ayudar en la prevención del CS, así como también reducir la carga asistencial u hospitalaria con esta herramienta.

Las técnicas de Machine Learning (ML) para identificar los trastornos que más influyen en los reingresos hospitalarios en esta Comunidad Autónoma se pueden aplicar o extender a otras comunidades autónomas interesadas, de acuerdo con los datos y recursos disponibles. Posteriormente, se pueden establecer innovaciones tecnológicas como el uso de tecnología móvil para recolectar datos asociadas al CS. La sensible y escasa información sobre el CS dificulta la toma de decisiones y la formulación de estrategias que impacten significativamente a la salud pública.

## 6.2 Evaluación de la APP

Es todo un reto poder diseñar soluciones tecnológicas para personas con CS. Una de las razones que justifican la elección de este tipo de tecnología es la accesibilidad de los dispositivos móviles e internet que permiten plantear esta propuesta (Castillo-Sánchez et al., 2019).

En otro estudio los autores (Berrouiguet et al., 2018), presentaron el potencial de ofrecer un apoyo tecnológico simple a las personas después del alta de urgencias, debido a que las llamadas telefónicas de seguimiento durante un período de tiempo prolongado pueden no ser factibles en algunos casos.

En el cuidado de la salud, los pacientes son una población vulnerable y sus datos se consideran sensibles, especialmente en el caso de condiciones estigmatizadas como las relacionadas con la salud mental (Coman & Sas, 2016; Sanches et al., 2019). En este sentido, justificamos la elección de la tecnología propuesta por medio del ecosistema de software debido a la forma en que interactúan los elementos que componen esta propuesta de *Salud Digital*.

En la literatura encontramos que existen estudios de evaluación de APP enfocados a la prevención del Suicidio, tales como: LifeApp'tite (O'Toole et al., 2019), iBobbly (Tighe et al., 2020) a través de ensayos controlados mediante análisis cualitativo.

Por otro lado, trabajos como el EMMA (Ecological Mental Momentary Assessment) (Morgiève et al., 2020) fue co-diseñada por un grupo focal. El enfoque CALMA se evaluó mediante la versión corta del Cuestionario de Experiencia del Usuario (UEQ-s) (Rodante et al., 2022; Schrepp et al., 2017). Las propuestas como "Safe Plan" fueron

evaluadas por la encuesta de usabilidad del sistema (SUS) (O'Grady et al., 2020; Sauro, 1986). Una evaluación piloto de APP dirigida a adolescentes suicidas y sus padres mostró resultados positivos en términos de usabilidad, aceptabilidad y utilidad (McManama O'Brien et al., 2017).

Además, un estudio que utilizó métodos cualitativos para evaluar la aceptabilidad y viabilidad de proporcionar intervenciones utilizando tecnologías de salud digital, mostró evaluaciones constructivas de utilidad y observaciones sobre las limitaciones de privacidad y confidencialidad (Kennard et al., 2015). El estudio evaluó la viabilidad de utilizar BackUP (Pauwels et al., 2017) y mEMA como componentes del tratamiento de rutina de pacientes ambulatorios deprimidos con ideación suicida (Nuij et al., 2022).

Otras características, como la usabilidad, fueron evaluadas por SUS y la aceptabilidad por la encuesta de satisfacción CSQ-8 (Attkisson & Zwick, 1982). Los hallazgos respaldan tentativamente la usabilidad y aceptabilidad de estas aplicaciones, que pueden ser valiosas contribuciones en el tratamiento de pacientes suicidas. Sin embargo, los autores de estos trabajos destacan la necesidad de más investigación sobre la integración de aplicaciones en los procedimientos de tratamiento existentes (Nuij et al., 2022).

De forma general, existen diferentes enfoques para evaluar las aplicaciones de prevención del CS, incluidas las escalas de usabilidad, satisfacción, experiencia del usuario y análisis cualitativos que parecen ser comunes a la mayoría de los estudios en la práctica clínica. Además, este tipo de intervenciones son complejas porque involucran la participación de las partes interesadas.

Un estudio indica la necesidad de nuevas investigaciones para conceptualizar mejor la comprensión de los contextos de los usuarios y la forma en que buscan y se involucran con servicios fuera de los entornos tradicionales de atención médica (Baumel et al., 2019). Por lo tanto, fue necesaria realizar la evaluación de la APP. Los resultados de la evaluación nos indican que los pacientes se encuentran satisfechos, la APP es fácil de usar (cuando no están en crisis), y hacen sugerencias para mejorar el diseño propuesto.

En la Web se realiza el registro de paciente, en donde se recogen datos personales, sociales y el tipo de diagnóstico o trastorno mental que puede tener el paciente. La **Seguridad del sistema** se plantea desde el diseño al permitir sólo al personal autorizado a

nivel clínico registrar los datos de los pacientes desde la WEB, permitiendo que el paciente sólo interactúe desde la APP para el registro de sus estados de ánimos y demás apartados diseñados inicialmente para ayudar a la prevención del CS.

Este diseño no reemplaza el seguimiento presencial por parte del profesional sanitario de salud mental. El diseño planteado fue estructurado para ser un complemento al seguimiento de este tipo de paciente. Con respecto a la seguridad percibida por los pacientes desde la APP han señalado de manera unánime sentirse seguros y con el manejo de los datos.

Las notificaciones diarias de la APP preguntan el **estado de ánimo** cada día y se registra en el sistema WEB. A la vez, los WS envían en tiempo real un correo al profesional que se encuentra de guardia en el Hospital, con la finalidad de permitir el seguimiento y la toma de decisión según cada caso. En el estudio (Peters et al., 2016), los autores señalan que la evaluación y el tratamiento de la inestabilidad del estado de ánimo pueden ser aspectos importantes para la prevención del CS. El modelo de intervención más utilizado en algunas APP es el plan de seguridad (Jiménez-Muñoz et al., 2022; J. L. S. Larsen et al., 2016), el cual se ha incluido en este SP.

El **Mindfulness** fue de utilidad para el manejo emocional de los profesionales de CYL en tiempos de Covid-19 (Acosta et al., 2021; Castillo-Sánchez, Sacristán-Martín, et al., 2022). La “Sección Abierta” de la APP, presenta una serie de apartados de Mindfulness. Se incluyeron videos de Mindfulness en el diseño como alternativa para manejo emocional.

Los “Consejos y la información sobre el suicidio” se presentan para brindar información clave para ir eliminando el estigma que rodea el suicidio. El diseño propuesto, busca apoyar una estrategia de prevención del suicidio que hace referencia a la concienciación de la población general, familiares y personas interesadas sobre este tema (Gerencia Regional de Salud de Castilla y León, 2022). En ese sentido, se ha colaborado en el desarrollo de un modelo de capacitación para la prevención del suicidio dirigido a profesionales de salud en CyL (Castillo-Sanchez et al., 2019). De lo anterior, se ha

utilizado el modelo de entrenamiento por medio de MOOC (Massive Open Online Course), y se ha evaluado la satisfacción del curso que incluía un caso práctico y la entrevista a un paciente con CS, obteniendo resultados positivos por los profesionales sanitarios (Castillo-Sanchez et al., 2022).

Finalmente, al realizar un análisis cualitativo ha permitido comprender o explorar las necesidades de los usuarios/pacientes para ayudar en la prevención del CS. Por lo tanto, los resultados de esta evaluación permiten comprender las necesidades y el compromiso de este tipo usuario o pacientes con la APP.

En los **entornos reales** existe un bajo compromiso con las aplicaciones de salud mental y la práctica clínica, a pesar de la gran accesibilidad que permiten los dispositivos móviles o teléfonos inteligentes (Chang et al., 2023). Incluir tecnologías en los tratamientos existentes puede ser algo problemático en el tiempo, en la dosificación y el contenido de la implementación en entornos reales (O'Toole et al., 2019). Los pacientes tienen diferentes perfiles clínicos, digitales y requerimientos que se basan en tecnologías muy escalable, interactiva y personalizable (Morgiève et al., 2020) en situaciones que requieren más investigación aplicada.

La accesibilidad de los móviles podría permitir el uso de la APP en varias regiones o en países, donde nos une el mismo idioma y el problema sobre cómo abordar el CS. La aplicabilidad de estas técnicas, tecnologías y conocimiento basado en los resultados de esta investigación se deben adecuar al contexto social, al ámbito rural o urbano, a personas adultas y otras características que pueden ser cambiante a lo largo del tiempo. En ese sentido, recomendamos que estas tecnologías sean diseñadas para ser utilizadas como herramientas complementarias a la atención de pacientes con CS.

A pesar de lo difícil que ha resulta implementar innovaciones tecnológicas en la práctica clínica, este grupo de profesionales de Salud Mental en Zamora han logrado obtener un primer diseño y evaluarlo de manera colaborativa con el Grupo de Telemedicina y eSalud de la Universidad de Valladolid.

### 6.3 Limitaciones de la investigación

En esta investigación, una de las principales limitaciones que tiene la FS basada en técnicas ML, es la imposibilidad de observar la tendencia de los factores respecto a la variable de respuesta, en este caso los reingresos hospitalarios. Esto se debe a que los algoritmos RF y LR usan las métricas de entropía y probabilidad respectivamente, que no toman valores negativos en ningún momento. Esto limita la obtención de conclusiones, pues se identifican cuáles son las variables que más inciden en la variable respuesta, pero no la dirección de la contribución, es decir si es positiva o negativa respecto a los reingresos hospitalarios. Por otra parte, la importancia asociada al orden no se tiene en cuenta, una vez que se usan los resultados comunes como principal regla de decisión en las variables seleccionadas como más importantes o influyentes en esta investigación.

La base de datos utilizada en la FS contiene los registros de pacientes con CS y representa una de las cohortes más diversas del país. La naturaleza de esta investigación también está limitada por los registros de los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión en la Figura 3.1. Los datos aquí analizados están anonimizados, es decir, no se tiene conocimiento de los datos socioeconómicos del paciente que resulta necesario para poder predecir el suicidio o CS. La principal limitante de los datos utilizados es que predecir un intento de suicidio o el momento del suicidio no es factible sólo con los diagnósticos asociados a pacientes con CS. En este sentido, esta BD se utilizó sólo para identificar las variables que influyen en los reingresos.

Los investigadores tienen que superar enormes barreras antes que se les conceda acceso a los datos con variables candidatas, períodos más largos y vincular estos datos entre diversos entornos es una tarea enorme, debido a las inconsistencias en los registros entre las comunidades autónomas de España. En consecuencia, se diseña un sistema propuesto como un enfoque de salud digital, para recopilar datos reales sobre los estados de ánimos y poder realizar trabajos futuros con ellos.

Con respecto al SP, la principal limitante de la prueba y evaluación de la APP (forma parte del SP) es el tipo de usuario al que va dirigido (persona o paciente con CS). El estigma que rodea el tema y los cambiantes estados de ánimos de los usuarios/pacientes

a la que va dirigido. La alta heterogeneidad de factores que pueden afectar a nivel social e individual a estas personas han resultado ser un verdadero reto para diseñar un SP. Además, los pacientes menores de 18 años no fueron incluidos, y los resultados solo tienen en cuenta la población adulta de esta región.

Otra limitación es el tamaño de la muestra. Al no contar con un número muy elevado de personas que participaron en esta parte de la investigación puede verse reflejado en los resultados. Es importante tener en cuenta que, cuanto más pequeña sea la muestra, más difícil será generalizar los resultados a la población en general y a la prevención del CS. Sin embargo, los resultados del estudio cualitativo en este tipo de intervención tecnológica son necesarios para tener un acercamiento, así como la retroalimentación de los usuarios/pacientes para lograr paulatinamente la aceptación de esta.

# **Capítulo 7**

## **7. Conclusiones**

Esta Tesis Doctoral tiene como objetivo general, la utilización de las TIC para ayudar a prevenir el CS. Para abordar este objetivo, se identifican los trastornos mentales que más influyen en los reingresos hospitalarios en CyL, por técnicas de ML y la validación por expertos. Los resultados obtenidos de la FS, por medio ML permiten aportar a las estrategias de prevención del CS en CyL. Por lo tanto, al considerar las características de la región se pueden innovar en los servicios de atención mediante una SP que incluye una APP. La evaluación de la APP para prevenir el CS es prometedora y se debe investigar más en este campo. En este capítulo se presentan las principales contribuciones en la sección 7.1, se exponen las conclusiones de esta investigación en la sección 7.2 y se sugieren líneas de investigación futuras en la sección 7.3. En la sección 7.4 se presentan las publicaciones científicas que avalan la calidad de esta investigación.

### **7.1 Contribuciones**

Las principales contribuciones de esta tesis doctoral son:

- Mostrar los conjuntos de variables identificadas como trastornos mentales que influyen en los reingresos por Conducta Suicida (CS), por hospitales en CyL por medio las técnicas de ML.
- Según las técnicas de ML, los trastornos mentales más influyentes en el reingreso hospitalario en CyL son: Trastorno de Adaptación (TA), Abuso de Alcohol, Síndrome Depresivo (SD), Trastorno de la Personalidad (TP) y Trastorno Distímico (TD).
- Los resultados de la FS, con respecto a los trastornos mentales que más influyen en los reingresos de pacientes con CS fueron utilizados en el diseño de esta APP, para reducir la carga asistencial u hospitalaria, tomando en cuenta las características de esta región.
- El SP fue diseñada con diferentes estructuras o artefactos tecnológicos móviles, WEB y de comunicación que han sido integrados para ofrecer

servicios de atención y seguimiento a pacientes con CS. Los profesionales participaron y fueron involucrados en el diseño desde el comienzo.

- La evaluación realizada con pacientes CS contribuye a la comprensión de las características y necesidades de este tipo de usuario/paciente para mejorar los diseños tecnológicos enfocados en la salud mental, con especial interés en la prevención del CS.
- Con los resultados de la evaluación de los pacientes sobre esta APP, se pueden realizar mejoras necesarias, según los temas identificados en el FG. Por lo tanto, la mejora en UI, UX y aceptabilidad se puede abordar con objetivos realistas. Este diseño no reemplaza el seguimiento presencial por parte del profesional sanitario de salud mental.

De acuerdo, con la alta heterogeneidad de factores que pueden afectar a nivel social e individual a estas personas con CS, han resultado ser un verdadero reto para abordar este problema utilizando las TIC. La contribución de esta investigación es poder tomar decisiones sobre el manejo de los trastornos mentales que influyen en los reingresos de pacientes con CS por hospitales (*Enfoque ML*). Los trastornos mentales identificados se incluyeron en el diseño de la APP evaluada (*Salud Digital*). La APP evaluada es prometedora y se debe investigar más en este campo.

Utilizar estos enfoques desde las TIC permite ayudar a la prevención del CS y contribuir a nivel técnico, tecnológico y social en la toma de decisiones sobre el manejo de este tipo de pacientes.

## 7.2 Principales Conclusiones

De los resultados obtenidos en esta investigación se plantean las siguientes conclusiones, según los objetivos de investigación, de la siguiente manera:

*Objetivo 1: Aplicar técnicas de ML para identificar los trastornos mentales que influyen en los reingresos de pacientes con CS, en los hospitales de CyL.*

- El uso de algoritmos de ML permite la automatización de procesos que son complejos y demandan tiempo. Es por ello, que se ha decidido usar el *ensamble* de 3 algoritmos (RF, LR, SVM) para realizar la FS. Además, estos resultados se han comparados con la estadística tradicional y se han validado por la opinión de expertos.
- Se identifican por medio de técnicas de ML, conjuntos de variables por hospitales en CyL, que más influyen en los reingresos hospitalarios por CS.
- La FS por medio de ML, ha permitido identificar los trastornos mentales que influyen en los reingresos hospitalarios de los pacientes con CS en CyL, los cuales son: TA, AA, SD, TP y TD.
- La FS por medio de ML, ha permitido identificar los métodos del suicidio identificados como variables que influyen en los reingresos para el conjunto completo de CyL son: EB, Ideas de Suicidio, ED, EA, SS. Además, se identificó la Edad y el Sexo del paciente como otras variables que influyen.
- Las variables TP, Sexo, Ideas de Suicidio y TD han sido identificados por ambos métodos (estadística clásica y técnicas de ML) en los pacientes con CS que reingresan en CyL.
- Los trastornos mentales identificados según la FS por medio de ML, que más influyen en los reingresos de pacientes con CS fueron utilizados en un SP que incluye la APP. Con la intención de ayudar a reducir la carga asistencial u hospitalaria, tomando en cuenta las características de esta región y permitiendo de esta manera, la recopilación de datos a nivel individual y social del paciente.

*Objetivo 2: Analizar las aplicaciones móviles dirigidas a la prevención del suicidio y determinar algunos factores relevantes en su diseño y desarrollo.*

- Desde el punto de vista de los aspectos técnicos, el desarrollo de las aplicaciones debe estar fuertemente apoyado de la experiencia de los profesionales sanitarios para lograr la humanización de los servicios de estas aplicaciones.
- El auge del uso de los móviles con Android y su fácil acceso ha permitido elegir este tipo de tecnología como parte del diseño del sistema propuesto.
- Desde el punto de vista del tratamiento de datos asociados al CS, se puede concluir que la mayor dificultad es la recolección de la información asociada al CS. La escasa información dificulta la toma de decisiones y la formulación de estrategias, que impacten significativamente en la salud pública.
- El SP fue diseñada por diferentes estructuras o artefactos tecnológicos móviles basada en Android, WEB y de comunicación, que han sido integrados para ofrecer servicios de atención. Esta SP que incluye la APP fue desarrollada e implementada para ayudar a la prevención y recolección de información sobre el CS.
- Los microservicios (WS) incluidos en esta SP han permitido la comunicación tanto de las aplicaciones móviles como de la propia Plataforma WEB. Específicamente, los WS realizan funciones para validar datos de paciente, registro de los estados de ánimos y preguntas de seguimiento, empleando la base de datos como el repositorio central.
- Por medio de los WS, se usa HTTPS para el envío seguro de información desde la APP a la base de datos de esta SP.
- Es necesario una evaluación de la APP para poder inferir sobre el cumplimiento del objetivo por el cual fue creada.

*Objetivo 3: Evaluar la APP para explorar las necesidades de los pacientes y ayudar a la prevención del CS.*

- Según la evaluación de la APP se concluye que los pacientes requieren/recomiendan las siguientes características: (1) - Un rastreador de estado de ánimo que les permite anotar por qué se sienten así. (2) - Sugerir más actividades para el manejo emocional: como el Mindfulness, Conversaciones con otras personas (personal de salud mental), Actividades deportivas y otras actividades que puedan motivarlos. (3) - Lenguaje más amigable en la APP. (4) - Opción de sociabilidad. (5) - Mejorar interfaz de Usuario (UI) y Experiencia de (UX).
- La APP desarrollada en Android, requiere mejoras sustanciales tanto a nivel del paciente como de los profesionales.
- Son necesarias nuevas funcionalidades que hagan del SP una experiencia más completa, diversa y adaptable a las nuevas demandas, buscando siempre la mejora continua y la aceptación de este tipo de usuarios.
- Los resultados de la evaluación de la APP pueden ayudar a los profesionales sanitarios de salud mental en su labor médica y a los pacientes con CS, siempre y cuando se hagan cambios sustanciales en el diseño.
- Este diseño no reemplaza el seguimiento presencial por parte del profesional sanitario de salud mental, más bien fue planteado como complemento de los servicios de atención a pacientes con CS.
- Los resultados de la evaluación pueden servir a otros diseñadores y desarrolladores de salud digital a tomar en cuenta esta experiencia con este tipo de usuario/paciente.

Con respecto a las hipótesis de esta tesis doctoral, se concluye que:

*H<sub>1</sub>: Las técnicas de ML ayudan a identificar los trastornos mentales que más influyen en el reingreso de pacientes con CS, por hospitales en CyL.*

*H<sub>2</sub>: La evaluación de la APP ha permitido explorar las necesidades de los pacientes, pero se deben realizar ajustes sustanciales en UI, UX y aceptabilidad de la APP para ayudar a la prevención del CS.*

### 7.3 Líneas Futuras

Esta investigación abre oportunidades de trabajo futuro al considerar los resultados obtenidos en esta tesis doctoral, especialmente al identificar los trastornos que influyen en el reingreso por hospital y la evaluación de la APP en pacientes con CS en CyL.

A continuación, se presentan las líneas futuras:

- Establecer diversas asociaciones por hospital y trastornos mentales identificados que influyen en los reingresos por CS, de acuerdo con datos disponibles, recursos y la voluntad de las partes interesadas para poder abordar el CS de manera multidisciplinar y focalizada en las características de cada trastorno.
- Investigar las posibles causas que puedan explicar la variabilidad de los trastornos mentales que influyen en los reingresos hospitalarios por CS, en los diversos hospitales de esta región u otra Comunidad Autónoma.
- Evaluar la posibilidad de vincular más datos de pacientes que permitan analizar los factores que influyen en CS desde la perspectiva individual y social del paciente, en esta región u otra Comunidad Autónoma.
- De acuerdo con los resultados de evaluación de la APP, el SP demandan mejoras que permitan brindar al usuario/paciente más actividades que lo motiven. Además, considerar la viabilidad o riesgo de las sugerencias detectadas en el FG. Por ejemplo, la opción de sociabilidad entre pacientes iguales puede ser algo complicado por la inestabilidad emocional que tienen y podría ser peligroso ese tipo de “apoyo” entre iguales.
- Considerar la posibilidad de agregar opciones de accesibilidad, como por ejemplo un modo de alto contraste, subtítulos y opciones de navegación con teclado en cuanto al diseño. Es importante que la APP sea accesible para todas las personas, incluyendo aquellas que pueden tener limitaciones físicas o cognitivas.
- Definir los diversos perfiles de pacientes y las actividades que se podrían recomendar de acuerdo con cada perfil y considerar los resultados obtenidos.
- Realizar evaluaciones cuantitativas de la APP.

- La aplicación de Aprendizaje Reforzado es un área de ML, que permite a los algoritmos planear estrategias efectivas en base a la experimentación con los datos y poder mejorar esta APP, considerando los perfiles de pacientes CS.
- Enfoques de ML pueden ser utilizados para clasificar el riesgo de suicidio de los usuarios en función de las respuestas que proporcionan a preguntas específicas dentro de la APP. En la APP se podría ajustar la intensidad de las intervenciones en función del nivel de riesgo clasificado por ML y su correspondiente verificación por la parte clínica.
- Valorar el uso e impacto del Mindfulness en diversas etapas de tratamiento de pacientes con CS y poder diferenciar si prefieren realizar este tipo de actividad de manera virtual o presencial, dependiendo del trastorno y otras variables relacionadas.
- Considerar la metodología Design Thinking para el diseño y desarrollo de un sistema con mayor alcance y abstracción. Es decir, un sistema que pueda hacer uso de las tecnologías móviles y web para brindar servicios a más de una comunidad, permitiendo la conexión a la historia clínica de los pacientes, con la finalidad de crear un modelo salud digital con posibilidad de ser integrado a los sistemas existentes y adaptable independientemente de la Comunidad Autónoma. En este sentido, los WS podrían crear/gestionar microservicios para poder extraer y enviar datos de los pacientes con la finalidad de apoyar la atención de pacientes con CS.
- En el diseño de este SP, presenta el registro de las diversas redes sociales de los pacientes, con el fin de realizar un seguimiento a sus cuentas de redes sociales y tener con ello, la posibilidad de realizar análisis de sentimientos de pacientes con CS.

## 7.4 Publicaciones Científicas

La tarea de informar o compartir los resultados es relevante en cualquier trabajo de investigación y ayuda a la comunidad científica a seguir investigando a partir de los resultados obtenidos. A continuación, se presentan las publicaciones con resultados de investigación, artículos relacionados, publicaciones en congresos internacionales, estancia y premio durante el desarrollo de esta investigación en esta tesis doctoral:

- 1- **Castillo-Sánchez G**, Camargo-Henríquez I, et al. “Suicide Prevention Mobile APPs: Descriptive Analysis of APPs from the Most Popular Virtual Stores”. *JMIR Mhealth Uhealth* 2019;7(8):e13885 URL: <https://mhealth.jmir.org/2019/8/e13885> DOI: 10.2196/13885 (Castillo-Sánchez et al., 2019)
- 2- **Castillo-Sánchez, G.**, Acosta, M.J., Garcia-Zapirain, B. *et al.* Application of Machine Learning Techniques to Help in the Feature Selection Related to Hospital Readmissions of Suicidal Behavior. *Int J Ment Health Addiction* (2022). <https://doi.org/10.1007/s11469-022-00868-0>

Publicaciones Relacionadas con esta tesis doctoral y colaboración multidisciplinar, en las siguientes áreas:

### *Estado del Arte*

1. De la Torre I, **Castillo-Sánchez G**, Arambarri J, López-Coronado M, Franco MA Mobile APPs for Suicide Prevention: Review of Virtual Stores and Literature *JMIR Mhealth Uhealth* 2017; 5(10):e130, PMID: 29017992 <https://doi.org/10.2196/mhealth.8036> PMCID: 5654733 (de la Torre et al., 2017).
2. Franco-Martín, M.A., Muñoz-Sánchez, J.L., Sainz-de-Abajo, B., **Castillo-Sánchez G**, et al. A Systematic Literature Review of Technologies for Suicidal Behavior Prevention. *J Med Syst* 42, 71 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10916-018-0926-5> (Franco-Martín et al., 2018).
3. Rodríguez-Pulido, F., **Castillo-Sánchez, G.**, Hamrioui, S. et al. Treatment of Depression in Primary Care with Computerized Psychological Therapies:

Systematic Reviews. *J Med Syst* 44, 67 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10916-020-1543-7> (Rodriguez-Pulido et al., 2020).

4. **Castillo-Sánchez, G.**, Marques, G., Dorrnoro, E. et al. “Suicide Risk Assessment Using Machine Learning and Social Networks: a Scoping Review”. *J Med Syst* 44, 205 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10916-020-01669-5> (Castillo-Sánchez et al., 2020).

### *Mindfulness*

1. Acosta, M.J.; **Castillo-Sánchez, G.**; Garcia-Zapirain, B.; de la Torre Díez, I.; Franco-Martín, M. Sentiment Analysis Techniques Applied to Raw-Text Data from a Csq-8 Questionnaire about Mindfulness in Times of COVID-19 to Improve Strategy Generation. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021, 18, 6408. <https://doi.org/10.3390/ijerph18126408> (Acosta et al., 2021).
2. **Castillo-Sánchez G**, Sacristán-Martín O, Hernández MA, Muñoz I, de la Torre I, Franco-Martín M. Online Mindfulness Experience for Emotional Support to Healthcare staff in times of Covid-19. *J Med Syst*. 2022 Jan 26;46(3):14. PMID: 35079899; PMCID: PMC8789545. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10916-022-01799-y> (Castillo-Sánchez, Sacristán-Martín, et al., 2022).

### **Publicaciones en Conferencias de Prestigio Internacional**

#### *E-learning para los profesionales sanitarios de Castilla y León*

1. **G. Castillo-Sánchez**, I. de la Torre Díez, et al. , “Development of an E-learning Model for Training Health Staff in Suicide Prevention”, 2019 IEEE International Conference on E-health Networking, Application & Services (HealthCom), Bogota, Colombia, 2019, pp. 1-6, doi: <https://doi.org/10.1109/HealthCom46333.2019.9009599> (Castillo-Sánchez et al., 2019).
2. **G. Castillo-Sánchez**, I. d. la Torre, J. J. P. C. Rodrigues, L. G. Garcia and M. Franco-Martin, “Massive Open Online Course (MOOC) for the Detection and Intervention of Suicidal Risk Patients: Evaluation and Lessons Learned in times of Covid-19”, 2022 IEEE International Conference on E-

health Networking, Application & Services (HealthCom), Genoa, Italy, 2022, pp. 155-160, doi: <https://doi.org/10.1109/HealthCom54947.2022.9982763> (Castillo-Sanchez et al., 2022).

### **Estancia Nacional**

La autora de esta tesis realizó una estancia de investigación en el Grupo eVida de la Universidad de Deusto, Bilbao. Este grupo es uno de los laboratorios de investigación destacados en España, específicamente en la formación en tecnologías aplicadas en salud y calidad de vida. La colaboración científico-tecnológico se efectuó en la aplicación de técnicas de ML para identificar los trastornos mentales que más influyen en los reingresos en Cyl de pacientes con CS.

Debido a la sinergia lograda en esta estancia dentro del grupo e-Vida, se logró la publicación del artículo científico: “*Application of Machine Learning Techniques to Help in the Feature Selection Related to Hospital Readmissions of Suicidal Behavior*”

Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11469-022-00868-0>

### **Premio**

Al SP como enfoque de salud digital, que incluye la APP. “APP que monitoriza los estados de ánimos de los pacientes” del centro Asistencial de Zamora, fue destacado en los premios Innovadores 2021, Dr. Manuel Franco, líder y jefe del servicio de psiquiatría recibió el reconocimiento.

Enlace de la noticia: [Premio al mejor Proyecto Innovador de Zamora – 2021 – WEB para la prevención del Suicidio \(waps.es\)](#)

## Bibliografía

- Acosta, M. J., Castillo-Sánchez, G., Garcia-Zapirain, B., De La, I., Díez, T., Franco-Martín, M., Díez, I. de la T., & Franco-Martín, M. (2021). Sentiment Analysis Techniques Applied to Raw-Text Data from a Csq-8 Questionnaire about Mindfulness in Times of COVID-19 to Improve Strategy Generation. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(12), 6408. <https://doi.org/10.3390/ijerph18126408>
- Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias de Galicia (avalia-t). (2012). *Guía de práctica clínica de prevención y tratamiento de la conducta suicida: versión resumida*. Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias de Galicia.
- Agencia de Tecnologías Sanitarias de Galicia, A. (2012). *Guía de Práctica Clínica de la prevención y tratamiento de la conducta suicida*.
- Aguirre, R. T. P. P., McCoy, M. K., & Roan, M. (2013). Development Guidelines from a Study of Suicide Prevention Mobile Applications (Apps). *Journal of Technology in Human Services*, 31(3), 269–293. <https://doi.org/10.1080/15228835.2013.814750>
- Akter, S., D'Ambra, J., & Ray, P. (2013). Development and validation of an instrument to measure user perceived service quality of mHealth. *Information & Management*, 50(4), 181–195. <https://doi.org/10.1016/J.IM.2013.03.001>
- Akter, S., & Ray, P. (2010). mHealth - an Ultimate Platform to Serve the Unserved. *Yearbook of Medical Informatics*, 19(01), 94–100. <https://doi.org/10.1055/S-0038-1638697/ID/JR1638697-40>
- Ambalavan, A. K., Moulahi, B., Azé, J., & Bringay, S. (2019). Unveiling Online Suicide Behavior: What Can We Learn About Mental Health from Suicide Survivors of Reddit? *Studies in Health Technology and Informatics*, 264, 50–54. <https://doi.org/10.3233/SHTI190181>
- Andersen, C. U., Nielsen, L. P., Møller, J. M., & Olesen, A. E. (2022). Acute drug poisonings leading to hospitalization. *Basic and Clinical Pharmacology and Toxicology*, 130(2), 328–336. <https://doi.org/10.1111/bcpt.13688>
- AppBrain. (2015). *Number of Android applications*. [Http://Www.Appbrain.Com/Stats/Number-of-Android-Apps](http://www.appbrain.com/stats/number-of-android-apps). <https://www.appbrain.com/stats/number-of-android-apps>
- Arsenault-Lapierre, G., Kim, C., & Turecki, G. (2004). Psychiatric diagnoses in 3275

- suicides: A meta-analysis. *BMC Psychiatry*, 4(1), 1–11.  
<https://doi.org/10.1186/1471-244X-4-37/TABLES/4>
- Asp, M., Ambrus, L., Reis, M., Manninen, S., Fernström, J., Lindqvist, D., & Westrin, Å. (2021). Differences in antipsychotic treatment between depressive patients with and without a suicide attempt. *Comprehensive Psychiatry*, 109.  
<https://doi.org/10.1016/J.COMPPSYCH.2021.152264>
- Assous, H. F. (2022). Prediction of Banks Efficiency Using Feature Selection Method: Comparison between Selected Machine Learning Models. *Complexity*, 2022.  
<https://doi.org/10.1155/2022/3374489>
- Attkisson, C. C., & Zwick, R. (1982). The client satisfaction questionnaire. Psychometric properties and correlations with service utilization and psychotherapy outcome. *Evaluation and Program Planning*, 5(3), 233–237.  
[https://doi.org/10.1016/0149-7189\(82\)90074-X](https://doi.org/10.1016/0149-7189(82)90074-X)
- Ayuso-Mateos, J. L., Baca-García, E., Bobes, J., Giner, J., Giner, L., Pérez, V., Sáiz, P. A., & Saiz Ruiz, J. (2012). Recommendations for the prevention and management of suicidal behaviour. *Revista de Psiquiatria y Salud Mental*, 5(1), 8–23.  
<https://doi.org/10.1016/j.rpsm.2012.01.001>
- Bachmann, S. (2018). Epidemiology of suicide and the psychiatric perspective. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(7).  
<https://doi.org/10.3390/ijerph15071425>
- Baumel, A., Muench, F., Edan, S., & Kane, J. M. (2019). Objective User Engagement With Mental Health Apps: Systematic Search and Panel-Based Usage Analysis. *J Med Internet Res* 2019;21(9):E14567 <https://www.jmir.org/2019/9/E14567>, 21(9), e14567. <https://doi.org/10.2196/14567>
- Beautrais, A. L. (2000). Risk factors for suicide and attempted suicide among young people. *The Australian and New Zealand Journal of Psychiatry*, 34(3), 420–436.  
<https://doi.org/10.1080/J.1440-1614.2000.00691.X>
- Bennasar, M., Hicks, Y., & Setchi, R. (2015). Feature selection using Joint Mutual Information Maximisation. *Expert Systems with Applications*, 42(22), 8520–8532.  
<https://doi.org/10.1016/J.ESWA.2015.07.007>
- Bennewith, O., Nowers, M., & Gunnell, D. (2011). Suicidal behaviour and suicide from the Clifton Suspension Bridge, Bristol and surrounding area in the UK: 1994-2003.

- European Journal of Public Health*, 21(2), 204–208.  
<https://doi.org/10.1093/EURPUB/CKQ092>
- Bernert, R. A., Hilberg, A. M., Melia, R., Kim, J. P., Shah, N. H., & Abnoui, F. (2020). Artificial intelligence and suicide prevention: A systematic review of machine learning investigations. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(16), 1–25. <https://doi.org/10.3390/ijerph17165929>
- Bernert, R. A., Turvey, C. L., Conwell, Y., & Joiner, T. E. (2014). Association of poor subjective sleep quality with risk for death by suicide during a 10-year period a longitudinal, population-based study of late life. *JAMA Psychiatry*, 71(10), 1129–1137. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2014.1126>
- Berrouiguet, S., Billot, R., Lenca, P., Tanguy, P., Baca-Garcia, E., Simonnet, M., & Gourvenec, B. (2016). Toward E-Health Applications for Suicide Prevention. *Proceedings - 2016 IEEE 1st International Conference on Connected Health: Applications, Systems and Engineering Technologies, CHASE 2016*, 346–347. <https://doi.org/10.1109/CHASE.2016.37>
- Berrouiguet, S., Larsen, M. E., Mesmeur, C., Gravey, M., Billot, R., Walter, M., Lemey, C., & Lenca, P. (2018). Toward mHealth Brief Contact Interventions in Suicide Prevention: Case Series From the Suicide Intervention Assisted by Messages (SIAM) Randomized Controlled Trial. *JMIR Mhealth Uhealth* 2018;6(1):E8 <https://Mhealth.Jmir.Org/2018/1/E8>, 6(1), e7780. <https://doi.org/10.2196/MHEALTH.7780>
- Birjali, M., Beni-Hssane, A., & Erritali, M. (2017). Machine Learning and Semantic Sentiment Analysis based Algorithms for Suicide Sentiment Prediction in Social Networks. *The 8th International Conference on Emerging Ubiquitous Systems and Pervasive Networks (EUSPN 2017)*, 113, 65–72. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.08.290>
- Bobes García, J., Ubago, J. G., & Saiz Ruiz, J. (2011). *Suicidio y psiquiatría Recomendaciones preventivas y de manejo del comportamiento suicida*. [www.triacastela.com](http://www.triacastela.com)
- Bootstrap. (2021). *Bootstrap · The most popular HTML, CSS, and JS library in the world*. <https://getbootstrap.com/>
- Braciszewski, J. M. (2021). Digital Technology for Suicide Prevention. *Advances in*

- Psychiatry and Behavioral Health*, 1(1), 53–65.  
<https://doi.org/10.1016/j.ypsc.2021.05.008>
- Burnap, P., Colombo, G., Amery, R., Hodorog, A., & Scourfield, J. (2017). Multi-class machine classification of suicide-related communication on Twitter. *Online Social Networks and Media*, 2, 32–44. <https://doi.org/10.1016/j.osnem.2017.08.001>
- Bush, N. E., Smolenski, D. J., Denneson, L. M., Williams, H. B., Thomas, E. K., & Dobscha, S. K. (2017). A Virtual Hope Box: Randomized controlled trial of a smartphone app for emotional regulation and coping with distress. *Psychiatric Services*, 68(4), 330–336.  
[https://doi.org/10.1176/APPI.PS.201600283/SUPPL\\_FILE/APPI.PS.201600283.DS001.PDF](https://doi.org/10.1176/APPI.PS.201600283/SUPPL_FILE/APPI.PS.201600283.DS001.PDF)
- Bushnell, G. A., Olfson, M., & Martins, S. S. (2021). Sex differences in US emergency department non-fatal visits for benzodiazepine poisonings in adolescents and young adults. *Drug and Alcohol Dependence*, 221, 108609.  
<https://doi.org/10.1016/J.DRUGALCDEP.2021.108609>
- Camargo-Henríquez, I., & Silva, A. (2022). An Activity Theory-Based Approach for Context Analysis, Design and Evolution. *Applied Sciences* 2022, Vol. 12, Page 920, 12(2), 920. <https://doi.org/10.3390/APP12020920>
- Canonical, C. L. U. and. (2018). *Ubuntu 16.04.7 LTS (Xenial Xerus)*.  
<https://releases.ubuntu.com/16.04/>
- Capaldi, D. M., Knoble, N. B., Shortt, J. W., & Kim, H. K. (2012). A Systematic Review of Risk Factors for Intimate Partner Violence. *Partner Abuse*, 3(2), 231–280.  
<https://doi.org/10.1891/1946-6560.3.2.231>
- Carter, M., McGee, R., Taylor, B., & Williams, S. (2007). Health outcomes in adolescence: associations with family, friends and school engagement. *Journal of Adolescence*, 30(1), 51–62.  
<https://doi.org/10.1016/J.ADOLESCENCE.2005.04.002>
- Casalicchio, G., Molnar, C., & Bischl, B. (2018). Visualizing the Feature Importance for Black Box Models. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 11051 LNAI, 655–670. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-10925-7\\_40](https://doi.org/10.1007/978-3-030-10925-7_40)
- Casey, P., Jabbar, F., O’Leary, E., & Doherty, A. M. (2015). Suicidal behaviours in

- adjustment disorder and depressive episode. *Journal of Affective Disorders*, 174, 441–446. <https://doi.org/10.1016/J.JAD.2014.12.003>
- Casey, S. M., Varela, A., Marriott, J. P., Coleman, C. M., & Harlow, B. L. (2022). The influence of diagnosed mental health conditions and symptoms of depression and/or anxiety on suicide ideation, plan, and attempt among college students: Findings from the Healthy Minds Study, 2018–2019. *Journal of Affective Disorders*, 298, 464–471. <https://doi.org/10.1016/J.JAD.2021.11.006>
- Castillo-Sánchez, G., Acosta, M. J., Garcia-Zapirain, B., De la Torre, I., & Franco-Martín, M. (2022). Application of Machine Learning Techniques to Help in the Feature Selection Related to Hospital Readmissions of Suicidal Behavior. *International Journal of Mental Health and Addiction*. <https://doi.org/10.1007/S11469-022-00868-0>
- Castillo-Sánchez, G., Camargo-Henríquez, I., Muñoz-Sánchez, J. L., Franco-Martín, M., & Torre-Díez, I. de la. (2019). Suicide Prevention Mobile Apps: Descriptive Analysis of Apps from the Most Popular Virtual Stores. *JMIR MHealth and UHealth*, 7(8), e13885. <https://doi.org/10.2196/13885>
- Castillo-Sanchez, G., De La Torre Diez, I., Rodrigues, J. J. P. C., Munoz-Sanchez, J. L., Hernandez-Ramos, A., & Franco, M. A. (2019). Development of an E-learning Model for Training Health Staff in Suicide Prevention. In IEEE (Ed.), *2019 IEEE International Conference on E-Health Networking, Application and Services, HealthCom 2019* (pp. 1–16). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/HealthCom46333.2019.9009599>
- Castillo-Sanchez, G., la Torre, I. de, Rodrigues, J. J. P. C., Garcia, L. G., & Franco-Martín, M. (2022). Massive Open Online Course (MOOC) for the Detection and Intervention of Suicidal Risk Patients: Evaluation and Lessons Learned in times of Covid-19. *2022 IEEE International Conference on E-Health Networking, Application & Services (HealthCom)*, 155–160. <https://doi.org/10.1109/HEALTHCOM54947.2022.9982763>
- Castillo-Sánchez, G., Marques, G., Dorrnzoro, E., Rivera-Romero, O., Franco-Martín, M., & De la Torre-Díez, I. (2020). Suicide Risk Assessment Using Machine Learning and Social Networks: a Scoping Review. *Journal of Medical Systems*, 44(12). <https://doi.org/10.1007/s10916-020-01669-5>

- Castillo-Sánchez, G., Sacristán-Martín, O., María, ·, Hernández, A., Muñoz, I., De La Torre, I., & Franco-Martín, M. (2022). Online Mindfulness Experience for Emotional Support to Healthcare staff in times of Covid-19. *Journal of Medical Systems*, 46(3), 1–11. <https://doi.org/10.1007/S10916-022-01799-Y>
- Celaya Bernal, S. (2020). *App móvil para la prevención de la conducta suicida: Desarrollo y evaluación técnica*. Universidad de Valladolid.
- Chan, J., Draper, B., & Banerjee, S. (2007). Deliberate self-harm in older adults: a review of the literature from 1995 to 2004. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 22(8), 720–732. <https://doi.org/10.1002/GPS.1739>
- Chang, S., Gray, L., & Torous, J. (2023). Smartphone app engagement and clinical outcomes in a hybrid clinic. *Psychiatry Research*, 319, 115015. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2022.115015>
- Chang, S. Sen, Stuckler, D., Yip, P., & Gunnell, D. (2013). Impact of 2008 global economic crisis on suicide: Time trend study in 54 countries. *BMJ (Online)*, 347(7925), f5239. <https://doi.org/10.1136/bmj.f5239>
- Chapman, C. L., Mullin, K., Ryan, C. J., Kuffel, A., Nielsen, O., & Large, M. M. (2015). Meta-analysis of the association between suicidal ideation and later suicide among patients with either a schizophrenia spectrum psychosis or a mood disorder. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 131(3), 162–173. <https://doi.org/10.1111/ACPS.12359>
- Cheng, A. T. A., Chen, T. H. H., Chen, C. C., & Jenkins, R. (2000). Psychosocial and psychiatric risk factors for suicide: Case-control psychological autopsy study. *British Journal of Psychiatry*, 177(OCT.), 360–365. <https://doi.org/10.1192/bjp.177.4.360>
- Cheung, M. L., Chau, K. Y., Sum Lam, M. H., Tse, G., Ho, K. Y., Flint, S. W., Broom, D. R., Tso, E. K. H., & Lee, K. Y. (2019). Examining consumers' adoption of wearable healthcare technology: The role of health attributes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(13). <https://doi.org/10.3390/ijerph16132257>
- Coman, A., & Sas, C. (2016). A Hybrid Intervention for Challenging the Stigma of Mental Illness. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov, Series VII: Social Sciences and Law*, 9(2), 73–80.
- Conner, K. R., & Bagge, C. L. (2019). Suicidal Behavior: Links Between Alcohol Use

- Disorder and Acute Use of Alcohol. *Alcohol Research : Current Reviews*, 40(1), e1–e4. <https://doi.org/10.35946/ARCR.V40.1.02>
- Cordner, S., Clay, F. J., Bassed, R., & Thomsen, A. H. (2020). Suicidal ligature strangulation: a systematic review of the published literature. *Forensic Science, Medicine, and Pathology*, 16(1), 123–133. <https://doi.org/10.1007/S12024-019-00187-2>
- Crosby, A., Ortega, L., & Melanson, C. (2011). Self - Directed Violence Surveillance. *Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Injury Prevention and Control*, 91.
- Da Veiga, F. A., & Saraiva, C. B. (2003). Age patterns of suicide: Identification and characterization of European clusters and trends. *Crisis*, 24(2), 56–67. <https://doi.org/10.1027//0227-5910.24.2.56>
- Dahlberg, L. L., & Krug, E. G. (2006). Violence a global public health problem. *Ciencia e Saude Coletiva*, 11(2), 277–292. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232006000200007>
- de la Torre, I., Castillo, G., Arambarri, J., López-Coronado, M., & Franco, M. A. (2017). Mobile apps for suicide prevention: Review of virtual stores and literature. *JMIR MHealth and UHealth*, 5(10), 1–5. <https://doi.org/10.2196/mhealth.8036>
- Demirci, Ş., Konca, M., Yetim, B., & İlğün, G. (2020). Effect of economic crisis on suicide cases: An ARDL bounds testing approach. *International Journal of Social Psychiatry*, 66(1), 34–40. <https://doi.org/10.1177/0020764019879946>
- Desmet, B., & Hoste, V. (2018). Online suicide prevention through optimised text classification. *Information Sciences*, 439–440, 61–78. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2018.02.014>
- Donker, T., Petrie, K., Proudfoot, J., Clarke, J., Birch, M. R., & Christensen, H. (2013). Smartphones for Smarter Delivery of Mental Health Programs: A Systematic Review. *J Med Internet Res* 2013;15(11):E247 <https://www.jmir.org/2013/11/E247>, 15(11), e2791. <https://doi.org/10.2196/JMIR.2791>
- Doyle, M., While, D., Mok, P. L. H., Windfuhr, K., Ashcroft, D. M., Kontopantelis, E., Chew-Graham, C. A., Appleby, L., Shaw, J., & Webb, R. T. (2016). Suicide risk in primary care patients diagnosed with a personality disorder: A nested case control

- study. *BMC Family Practice*, 17(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/S12875-016-0479-Y/TABLES/5>
- Dumon, E., & Portzky, G. (2014). Directrices de actuación para la Prevención, Intervención y Postvención del suicidio en el entorno escolar. In *Intervención y Postvención del suicidio en el entorno escolar*. [www.euregenas.eu](http://www.euregenas.eu)
- Evans, E., Hawton, K., & Rodham, K. (2005). Suicidal phenomena and abuse in adolescents: a review of epidemiological studies. *Child Abuse & Neglect*, 29(1), 45–58. <https://doi.org/10.1016/J.CHIABU.2004.06.014>
- Eysenbach, G. (2001). What is e-health? *J Med Internet Res* 2001;3(2):E20 <https://www.jmir.org/2001/2/E20>, 3(2), E20. <https://doi.org/10.2196/jmir.3.2.e20>
- Fegan, J., & Doherty, A. M. (2019). Adjustment disorder and suicidal behaviours presenting in the general medical setting: A systematic review. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 16, Issue 16). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijerph16162967>
- Ferrey, A. E., Geulayov, G., Casey, D., Wells, C., Fuller, A., Bankhead, C., Ness, J., Clements, C., Gunnell, D., Kapur, N., & Hawton, K. (2018). Relative toxicity of mood stabilisers and antipsychotics: Case fatality and fatal toxicity associated with self-poisoning. *BMC Psychiatry*, 18(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s12888-018-1993-3>
- Franco-Martín, M. A., Muñoz-Sánchez, J. L., Sainz-de-Abajo, B., Castillo-Sánchez, G., Hamrioui, S., & de la Torre-Díez, I. (2018). A Systematic Literature Review of Technologies for Suicidal Behavior Prevention. *Journal of Medical Systems, Education & Training*, 42:71. <https://doi.org/10.1007/s10916-018-0926-5>
- Fred, D. (1980). *A Technology Acceptance Model For Empirically Testing New End-User Information Systems: Theory And Results*. Massachusetts Institute Of Technology.
- Freeman, A., Mergl, R., Kohls, E., Székely, A., Gusmao, R., Arensman, E., Koburger, N., Hegerl, U., & Rummel-Kluge, C. (2017). A cross-national study on gender differences in suicide intent. *BMC Psychiatry*, 17(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/S12888-017-1398-8/TABLES/4>
- Gabilondo, A., Alonso, J., Pinto-Meza, A., Vilagut, G., Fernández, A., Serrano-Blanco, A., Almansa, J., Codony, M., & Haro, J. M. (2007). [Prevalence and risk factors for suicide ideation, plans and attempts in the Spanish general population. Results from

- the ESEMeD study]. *Medicina Clinica*, 129(13), 494–500. <https://doi.org/10.1157/13111370>
- Gagnon, M.-P. P., Ngangue, P., Payne-Gagnon, J., Desmartis, M., Gagnon, M.-P. P., Payne-Gagnon, J., & Desmartis, M. (2015). m-Health adoption by healthcare professionals: a systematic review. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 23(1), 212–220. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocv052>
- Galea, S., Merchant, R. M., & Lurie, N. (2020). The Mental Health Consequences of COVID-19 and Physical Distancing: The Need for Prevention and Early Intervention. *JAMA Internal Medicine*, 180(6), 817. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2020.1562>
- Gavurová, B., Janke, \* -František, Packová, \* -Miroslava, & Prídavok, \* -Mojmír. (2017). Analysis of Impact of Using the Trend Variables on Bankruptcy Prediction Models Performance 1. *Ekonomický Časopis*, 370–383.
- Gerencia Regional de Salud de Castilla y León. (2022). *Estrategia de Prevención de la Conducta Suicida en Castilla y León 2021-2025*.
- Ghosh, A., Nashaat, M., Miller, J., & Quader, S. (2021). Context-Based Evaluation of Dimensionality Reduction Algorithms—Experiments and Statistical Significance Analysis. *ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data (TKDD)*, 15(2). <https://doi.org/10.1145/3428077>
- Google. (2022). *Aplicaciones de Android en Google Play*. Repositorio de App Para Móviles. <https://play.google.com/store/apps?hl=es>
- Google Developers. (2021). *Download Android Studio and SDK tools | Android Developers*. <https://developer.android.com/studio>
- Grant, R. N., Kucher, D., León, A. M., Gemmell, J. F., Raicu, D. S., & Fodeh, S. J. (2018). Automatic extraction of informal topics from online suicidal ideation. *BMC Bioinformatics*, 19(Suppl 8), 57–66. <https://doi.org/10.1186/s12859-018-2197-z>
- Gunnell, D., & Nowers, M. (1997). Suicide by jumping. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 96(1), 1–6. <https://doi.org/10.1111/J.1600-0447.1997.TB09897.X>
- Guo, Y., Zhang, Z., & Tang, F. (2021). Feature selection with kernelized multi-class support vector machine. *Pattern Recognition*, 117, 107988. <https://doi.org/10.1016/J.PATCOG.2021.107988>
- Harris, E. C., & Barraclough, B. (1997). Suicide as an outcome for mental disorders. A

- meta-analysis. *The British Journal of Psychiatry : The Journal of Mental Science*, 170(MAR.), 205–228. <https://doi.org/10.1192/BJP.170.3.205>
- Harrison, J. E., Weber, S., Jakob, R., & Chute, C. G. (2021). ICD-11: an international classification of diseases for the twenty-first century. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 21. <https://doi.org/10.1186/S12911-021-01534-6>
- Haw, C., & Hawton, K. (2015). Suicide is a complex behaviour in which mental disorder usually plays a central role. *Australian and New Zealand Journal of Psychiatry*, 49(1), 13–15. <https://doi.org/10.1177/0004867414555419>
- Hawton, K., & van Heeringen, K. (2009). Suicide. *The Lancet*, 373(9672), 1372–1381. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)60372-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)60372-X)
- Hegerl, U., Althaus, D., Schmidtke, A., & Niklewski, G. (2006). The alliance against depression: 2-year evaluation of a community-based intervention to reduce suicidality. *Psychological Medicine*, 36(9), 1225–1233. <https://doi.org/10.1017/S003329170600780X>
- Heikkinen, M. E., Isometsa, E. T., Marttunen, M. J., Aro, H. M., & Lonnqvist, J. K. (1995). Social factors in suicide. *The British Journal of Psychiatry : The Journal of Mental Science*, 167(6), 747–753. <https://doi.org/10.1192/BJP.167.6.747>
- Hettige, N. C., Nguyen, T. B., Yuan, C., Rajakulendran, T., Baddour, J., Bhagwat, N., Bani-Fatemi, A., Voineskos, A. N., Mallar Chakravarty, M., & De Luca, V. (2017). Classification of suicide attempters in schizophrenia using sociocultural and clinical features: A machine learning approach. *General Hospital Psychiatry*, 47, 20–28. <https://doi.org/10.1016/J.GENHOSPPSYCH.2017.03.001>
- Hinduja, S., & Patchin, J. W. (2010). Bullying, cyberbullying, and suicide. *Archives of Suicide Research : Official Journal of the International Academy for Suicide Research*, 14(3), 206–221. <https://doi.org/10.1080/13811118.2010.494133>
- Horvath, A., Dras, M., Lai, C. C. W., & Boag, S. (2021). Predicting Suicidal Behavior Without Asking About Suicidal Ideation: Machine Learning and the Role of Borderline Personality Disorder Criteria. *Suicide and Life-Threatening Behavior*, 51(3), 455–466. <https://doi.org/10.1111/SLTB.12719>
- Iguyon, I., & Elisseeff, A. (2003). An introduction to variable and feature selection. *Journal of Machine Learning Research*, 3, 1157–1182.
- INE. (2021). *Deaths by death's cause in Spain - 2020*.

- [https://www.ine.es/prensa/edcm\\_ene\\_may\\_19\\_20.pdf](https://www.ine.es/prensa/edcm_ene_may_19_20.pdf)
- INE. (2022). *Defunciones según la Causa de Muerte-Año 2021 (datos definitivos) y primer semestre 2022 (datos provisionales) (2/16)*.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2019). *INEbase / Sociedad /Salud /Estadística de defunciones según la causa de muerte / Últimos datos*. 2019. [https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica\\_C&cid=1254736176780&menu=ultiDatos&idp=1254735573175](https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176780&menu=ultiDatos&idp=1254735573175)
- Iorfino, F., Ho, N., Carpenter, J. S., Cross, S. P., Davenport, T. A., Hermens, D. F., Yee, H., Nichles, A., Zmicerevska, N., Guastella, A., Scott, E., & Hickie, I. B. (2020). Predicting self-harm within six months after initial presentation to youth mental health services: A machine learning study. *PLOS ONE*, *15*(12), e0243467. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0243467>
- Isometsä, E. T., Henriksson, M. M., Aro, H. M., Heikkinen, M. E., Kuoppasalmi, K. I., & Lönnqvist, J. K. (1994). Suicide in major depression. *The American Journal of Psychiatry*, *151*(4), 530–536. <https://doi.org/10.1176/AJP.151.4.530>
- Jiménez-Muñoz, L., Peñuelas-Calvo, I., Díaz-Oliván, I., Gutiérrez-Rojas, L., Baca-García, E., & Porras-Segovia, A. (2022). Suicide Prevention in Your Pocket: A Systematic Review of Ecological Momentary Interventions for the Management of Suicidal Thoughts and Behaviors. *Harvard Review of Psychiatry*, *30*(2), 85–99. <https://doi.org/10.1097/HRP.0000000000000331>
- Johannes Thönes. (2015). *Microservices. Software Engineering*. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7030212>
- Jojoa-Acosta, M. F., Signo-Miguel, S., Garcia-Zapirain, M. B., Gimeno-Santos, M., Méndez-Zorrilla, A., Vaidya, C. J., Molins-Sauri, M., Guerra-Balic, M., & Bruna-Rabassa, O. (2021). Executive Functioning in Adults with Down Syndrome: Machine-Learning-Based Prediction of Inhibitory Capacity. *International Journal of Environmental Research and Public Health 2021, Vol. 18, Page 10785*, *18*(20), 10785. <https://doi.org/10.3390/IJERPH182010785>
- Jojoa, M., Lazaro, E., Garcia-Zapirain, B., Gonzalez, M. J., & Urizar, E. (2021). The Impact of COVID 19 on University Staff and Students from Iberoamerica: Online Learning and Teaching Experience. *International Journal of Environmental Research and Public Health 2021, Vol. 18, Page 5820*, *18*(11), 5820.

- <https://doi.org/10.3390/IJERPH18115820>
- json.org. (2022). *JSON*. <https://www.json.org/json-es.html>
- Jung, J. S., Park, S. J., Kim, E. Y., Na, K. S., Kim, Y. J., & Kim, K. G. (2019). Prediction models for high risk of suicide in Korean adolescents using machine learning techniques. *PLOS ONE*, *14*(6), e0217639. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0217639>
- Junta de Castilla y León, & Consejería de Sanidad. (2008a). *III Plan de Salud de Castilla y León*.
- Junta de Castilla y León, & Consejería de Sanidad. (2008b). *IV Plan de Salud de Castilla y León*.
- Junta de Castilla y León, & Consejería de Sanidad. (2016). *Proceso de Prevención y Atención de la Conducta Suicida*.
- Junta de Castilla y León, & Consejería de Sanidad y Bienestar. (1991). *I Plan de Salud de Castilla y León*.
- Junta de Castilla y León, & Consejería de Sanidad y Bienestar. (1993). *Plan Sectorial de Prevención y Atención de las Conductas Suicidas*.
- Junta de Castilla y León, & Consejería de Sanidad y Bienestar. (1998). *II Plan de Salud de Castilla y León*.
- Kann, L., Kinchen, S. A., Williams, B. I., Ross, J. G., Lowry, R., Grunbaum, J. A., & Kolbe, L. J. (2000). Youth risk behavior surveillance--United States, 1999. *MMWR. CDC Surveillance Summaries: Morbidity and Mortality Weekly Report. CDC Surveillance Summaries*, *49*(5), 1–32. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12412614/>
- Kaya, A., Tosun Tasar, P., Meral, O., Sahin, S., Balkay, M., Ozgur Aktas, E., & Akcicek, F. (2020). The characteristics of older people suicides by sex and age subgroups. *Legal Medicine*, *46*, 101721. <https://doi.org/10.1016/J.LEGALMED.2020.101721>
- Kennard, B. D., Biernesser, C., Wolfe, K. L., Foxwell, A. A., Craddock Lee, S. J., Rial, K. V., Patel, S., Cheng, C., Goldstein, T., McMakin, D., Blastos, B., Douaihy, A., Zelazny, J., & Brent, D. A. (2015). Developing a Brief Suicide Prevention Intervention and Mobile Phone Application: A Qualitative Report. *Journal of Technology in Human Services*, *33*(4), 345–357. <https://doi.org/10.1080/15228835.2015.1106384>
- Kirasich, K., Smith, T., & Sadler, B. (2018). Random Forest vs Logistic Regression:

- Binary Classification for Heterogeneous Datasets. *SMU Data Science Review*, 1(3).  
<https://scholar.smu.edu/datasciencereview/vol1/iss3/9>
- Kleiman, E. M., Riskind, J. H., Schaefer, K. E., & Weingarden, H. (2012). The moderating role of social support on the relationship between impulsivity and suicide risk. *Crisis*, 33(5), 273–279. <https://doi.org/10.1027/0227-5910/A000136>
- Klomek, A. B., Sourander, A., & Gould, M. (2010). The association of suicide and bullying in childhood to young adulthood: a review of cross-sectional and longitudinal research findings. *Canadian Journal of Psychiatry. Revue Canadienne de Psychiatrie*, 55(5), 282–288. <https://doi.org/10.1177/070674371005500503>
- Kölves, K., Draper, B. M., Snowden, J., & De Leo, D. (2017). Alcohol-use disorders and suicide: Results from a psychological autopsy study in Australia. *Alcohol (Fayetteville, N.Y.)*, 64, 29–35. <https://doi.org/10.1016/J.ALCOHOL.2017.05.005>
- Krueger, R. F., & Markon, K. E. (2016). Understanding Psychopathology. *Https://Doi.Org/10.1111/j.0963-7214.2006.00418.X*, 15(3), 113–117. <https://doi.org/10.1111/J.0963-7214.2006.00418.X>
- Lancaster, P. G., Moore, J. T., Putter, S. E., Chen, P. Y., Cigularov, K. P., Baker, A., & Quinnett, P. (2014). Feasibility of a Web-based Gatekeeper Training: Implications for Suicide Prevention. *Suicide and Life-Threatening Behavior*, 44(5), 510–523. <https://doi.org/10.1111/sltb.12086>
- Larsen, J. L. S., Frandsen, H., & Erlangsen, A. (2016). MYPLAN – A Mobile Phone Application for Supporting People at Risk of Suicide. *Http://Dx.Doi.Org/10.1027/0227-5910/A000371*, 37(3), 236–240. <https://doi.org/10.1027/0227-5910/A000371>
- Larsen, M. E., Cummins, N., Boonstra, T. W., O’Dea, B., Tighe, J., Nicholas, J., Shand, F., Epps, J., & Christensen, H. (2015). The use of technology in Suicide Prevention. *2015 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, 7316–7319. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2015.7320081>
- Larsen, M. E., Nicholas, J., & Christensen, H. (2016). A Systematic Assessment of Smartphone Tools for Suicide Prevention. *PLOS ONE*, 11(4), e0152285. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152285>
- Lee, H., Kim, D., & Kwon, Y. (2021). TLS 1.3 in practice:how tls 1.3 contributes to the

- internet. *The Web Conference 2021 - Proceedings of the World Wide Web Conference, WWW 2021*, 70–79. <https://doi.org/10.1145/3442381.3450057>
- Li, J., Cheng, K., Wang, S., Morstatter, F., Trevino, R. P., Tang, J., & Liu, H. (2017). Feature selection: A data perspective. *ACM Computing Surveys*, 50(6). <https://doi.org/10.1145/3136625>
- Li, Z., Page, A., Martin, G., & Taylor, R. (2011). Attributable risk of psychiatric and socio-economic factors for suicide from individual-level, population-based studies: a systematic review. *Social Science & Medicine (1982)*, 72(4), 608–616. <https://doi.org/10.1016/J.SOCSCIMED.2010.11.008>
- Llanes-Álvarez, C., Alberola-López, C., Andrés-de-Llano, J. M., Álvarez-Navares, A. I., Pastor-Hidalgo, M. T., Roncero, C., Garmendia-Leiza, J. R., & Franco-Martín, M. A. (2021). Hospitalization trends and chronobiology for mental disorders in Spain from 2005 to 2015. *Chronobiology International*, 38(2), 286–295. <https://doi.org/10.1080/07420528.2020.1811719>
- López-Contreras, N., Rodríguez-Sanz, M., Novoa, A., Borrell, C., Medallo Muñiz, J., & Gotsens, M. (2019). Socioeconomic inequalities in suicide mortality in Barcelona during the economic crisis (2006-2016): A time trend study. *BMJ Open*, 9(8), e028267–e028267. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-028267>
- Lösel, F., & Farrington, D. P. (2012). Direct protective and buffering protective factors in the development of youth violence. *American Journal of Preventive Medicine*, 43(2 Suppl 1). <https://doi.org/10.1016/J.AMEPRE.2012.04.029>
- Luxton, D. D., June, J. D., & Comtois, K. A. (2013). Can Postdischarge Follow-Up Contacts Prevent Suicide and Suicidal Behavior? A Review of the evidence. *Crisis*, 34(1), 32–41. <https://doi.org/10.1027/0227-5910/A000158>
- Lynn, E., Cousins, G., Lyons, S., & Bennett, K. E. (2022). Comparing characteristics of suicide to non-suicide drug poisoning deaths, by sex, in Ireland. *Journal of Affective Disorders*, 306, 80–89. <https://doi.org/10.1016/J.JAD.2022.03.030>
- Lyu, J., & Zhang, J. (2021). Suicide means, timing, intent and behavior characteristics of the suicides with schizophrenia. *Psychiatry Research*, 306, 114267. <https://doi.org/10.1016/J.PSYCHRES.2021.114267>
- Lyu, J., Zhang, J., & Hennessy, D. A. (2021). Characteristics and Risk Factors for Suicide in People with Schizophrenia in Comparison to Those without Schizophrenia.

- Psychiatry Research*, 304, 114166.  
<https://doi.org/10.1016/J.PSYCHRES.2021.114166>
- Maimon, D., Browning, C. R., & Brooks-Gunn, J. (2010). Collective efficacy, family attachment, and urban adolescent suicide attempts. *Journal of Health and Social Behavior*, 51(3), 307–324. <https://doi.org/10.1177/0022146510377878>
- Manikas, K., & Hansen, K. M. (2013). Software ecosystems – A systematic literature review. *Journal of Systems and Software*, 86(5), 1294–1306. <https://doi.org/10.1016/J.JSS.2012.12.026>
- Mann, J. J., Apter, A., Bertolote, J., Beautrais, A., Currier, D., Haas, A., Hegerl, U., Lonnqvist, J., Malone, K., Marusic, A., Mehlum, L., Patton, G., Phillips, M., Rutz, W., Rihmer, Z., Schmidtke, A., Shaffer, D., Silverman, M., Takahashi, Y., ... Hendin, H. (2005). Suicide Prevention Strategies: A Systematic Review. *JAMA*, 294(16), 2064–2074. <https://doi.org/10.1001/JAMA.294.16.2064>
- Mannix, R., Lee, L. K., & Fleegler, E. W. (2020). Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) and Firearms in the United States: Will an Epidemic of Suicide Follow? *Annals of Internal Medicine*, 173(3), 228–19. <https://doi.org/10.7326/m20-1678>
- Marengo, L., Douaihy, A., Zhong, Y., Krancevich, K., Brummit, B., Sakolsky, D., Deal, M., Zelazny, J., Goodfriend, E., Saul, M., Murata, S., Thoma, B., Mansour, H., Tew, J., Ahmed, N., Marsland, A., Brent, D., & Melhem, N. M. (2021). Opioid use as a proximal risk factor for suicidal behavior in young adults. *Suicide and Life-Threatening Behavior*. <https://doi.org/10.1111/SLTB.12806>
- Martin, G., Bergen, H. A., Richardson, A. S., Roeger, L., & Allison, S. (2004). Sexual abuse and suicidality: Gender differences in a large community sample of adolescents. *Child Abuse and Neglect*, 28(5), 491–503. <https://doi.org/10.1016/j.chiabu.2003.08.006>
- Martinengo, L., Van Galen, L., Lum, E., Kowalski, M., Subramaniam, M., & Car, J. (2019). Suicide prevention and depression apps' suicide risk assessment and management: A systematic assessment of adherence to clinical guidelines. *BMC Medicine*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/S12916-019-1461-Z>
- Martínez-Pérez, B., De La Torre-Díez, I., & López-Coronado, M. (2013). Mobile health applications for the most prevalent conditions by the world health organization: Review and analysis. *Journal of Medical Internet Research*, 15(6), e2600.

- <https://doi.org/10.2196/jmir.2600>
- Mattei, G., Pistoiresi, B., & De Vogli, R. (2019). Impact of the economic crises on suicide in Italy: the moderating role of active labor market programs. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, 54(2), 201–208. <https://doi.org/10.1007/s00127-018-1625-8>
- McIntosh, C. (2020). *Cambridge Free English Dictionary and Thesaurus*. Cambridge University Press. <https://dictionary.cambridge.org/es-LA/>
- McMahon, E. M., Reulbach, U., Keeley, H., Perry, I. J., & Arensman, E. (2010). Bullying victimisation, self harm and associated factors in Irish adolescent boys. *Social Science & Medicine* (1982), 71(7), 1300–1307. <https://doi.org/10.1016/J.SOCSCIMED.2010.06.034>
- McManama O'Brien, K. H., LeCloux, M., Ross, A., Gironda, C., & Wharff, E. A. (2017). A Pilot Study of the Acceptability and Usability of a Smartphone Application Intervention for Suicidal Adolescents and Their Parents. *Archives of Suicide Research*, 21(2), 254–264. <https://doi.org/10.1080/13811118.2016.1182094>
- Melendez frigola, C., Arroyo Borrell, E., & Saez, M. (2016). Data analysis of sub-acute patients with information registered in the minimum basic set of social health data (cmbd). *Rev Esp Salud Pública*, 90(3), e1–e7. [https://www.mscbs.gob.es/biblioPublic/publicaciones/recursos\\_propios/resp/revista\\_cdrom/VOL90/ORIGINALES/RS90C\\_CMF.pdf](https://www.mscbs.gob.es/biblioPublic/publicaciones/recursos_propios/resp/revista_cdrom/VOL90/ORIGINALES/RS90C_CMF.pdf)
- Melhem, N. M., Porta, G., Oquendo, M. A., Zelazny, J., Keilp, J. G., Iyengar, S., Burke, A., Birmaher, B., Stanley, B., Mann, J. J., & Brent, D. A. (2019). Severity and Variability of Depression Symptoms Predicting Suicide Attempt in High-Risk Individuals. *JAMA Psychiatry*, 76(6), 603–612. <https://doi.org/10.1001/JAMAPSYCHIATRY.2018.4513>
- Melia, R., Francis, K., Hickey, E., Bogue, J., Duggan, J., O'Sullivan, M., & Young, K. (2020). Mobile Health Technology Interventions for Suicide Prevention: Systematic Review. *JMIR Mhealth Uhealth*, 8(1), e12516. <https://doi.org/10.2196/12516>
- Miller, J. N., & Black, D. W. (2020). Bipolar Disorder and Suicide: a Review. *Current Psychiatry Reports* 2020, 22(6), 1–10. <https://doi.org/10.1007/S11920-020-1130-0>
- Ministerio de Sanidad, Ministerio de Sanidad Política Social e Igualdad, Oms, O. M. D. L. S.-, Toro, R., De la Torre, M., (Cpa), C. D. P. A., (Uam), U. A. D. M., Martín, S.,

- Azpeitia, T., Marcús, A., Martín, A., Organización Mundial de la Salud, Osuna, E., Pérez, F., Cat, I., Tema, I. D. E. L., & Unidos, E. (2011). Estrategia De Salud Mental En El Sistema Nacional De Salud 2009-2013. In *Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad*.
- Mishara, B. L., Kerkhof, A., & Côté, L.-P. (2013). Suicide Prevention and New Technologies: Towards Evidence Based Practice. In Palgrave Macmillan (Ed.), *Suicide Prevention and New Technologies*. [https://doi.org/10.1057/9781137351692\\_1](https://doi.org/10.1057/9781137351692_1)
- Möller-Leimkühler, A. M. (2003). The gender gap in suicide and premature death or: why are men so vulnerable? *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience* 2003 253:1, 253(1), 1–8. <https://doi.org/10.1007/S00406-003-0397-6>
- Mondal, B. (2019). Artificial intelligence: state of the art. *Intelligent Systems Reference Library*, 172, 389–425. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-32644-9\\_32/FIGURES/33](https://doi.org/10.1007/978-3-030-32644-9_32/FIGURES/33)
- Morgiève, M., Genty, C., Azé, J., Dubois, J., Leboyer, M., Vaiva, G., Berrouiguet, S., & Courtet, P. (2020). A Digital Companion, the Emma App, for Ecological Momentary Assessment and Prevention of Suicide: Quantitative Case Series Study. *JMIR MHealth and UHealth*, 8(10). <https://doi.org/10.2196/15741>
- Munasinghe, K., & Karunanayake, P. (2021). Recursive Feature Elimination for Machine Learning-based Landslide Prediction Models. *3rd International Conference on Artificial Intelligence in Information and Communication, ICAIIC 2021*, 126–129. <https://doi.org/10.1109/ICAIIIC51459.2021.9415232>
- Mysql.com. (2022). *MySQL*. <https://www.mysql.com/>
- Nadal, C., Sas, C., & Doherty, G. (2020). Technology Acceptance in Mobile Health: Scoping Review of Definitions, Models, and Measurement. *J Med Internet Res* 2020;22(7):E17256 <https://www.jmir.org/2020/7/E17256>, 22(7), e17256. <https://doi.org/10.2196/17256>
- National Institute for Health and Welfare. (2016). *European regions enforcing action against suicide (EUREGENAS) - THL*. <https://thl.fi/en/web/thlfi-en/research-and-expertwork/projects-and-programmes/european-regions-enforcing-action-against-suicide-euregenas->
- National Statistical Institute of Spain. (2022). *INE*. <https://www.ine.es/index.htm>

- Nordin, N., Zainol, Z., Mohd Noor, M. H., & Chan, L. F. (2022). Suicidal behaviour prediction models using machine learning techniques: A systematic review. *Artificial Intelligence in Medicine*, *132*, 102395. <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2022.102395>
- Nordin, N., Zainol, Z., Mohd Noor, M. H., & Lai Fong, C. (2021). A comparative study of machine learning techniques for suicide attempts predictive model. *Health Informatics Journal*, *27*(1). [https://doi.org/10.1177/1460458221989395/ASSET/IMAGES/LARGE/10.1177\\_1460458221989395-FIG2.JPEG](https://doi.org/10.1177/1460458221989395/ASSET/IMAGES/LARGE/10.1177_1460458221989395-FIG2.JPEG)
- Nuij, C., van Ballegooijen, W., de Beurs, D., de Winter, R. F. P., Gilissen, R., O'Connor, R. C., Smit, J. H., Kerkhof, A., & Riper, H. (2022). The feasibility of using smartphone apps as treatment components for depressed suicidal outpatients. *Frontiers in Psychiatry*, *13*, 2179. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2022.971046>
- O'Dea, B., Wan, S., Batterham, P. J., Calex, A. L., Paris, C., & Christensen, H. (2015). Detecting suicidality on twitter. *Internet Interventions*, *2*(2), 183–188. <https://doi.org/10.1016/j.invent.2015.03.005>
- O'Grady, C., Melia, R., Bogue, J., O'Sullivan, M., Young, K., & Duggan, J. (2020). A Mobile Health Approach for Improving Outcomes in Suicide Prevention (SafePlan). *J Med Internet Res* 2020;22(7):E17481 <https://www.jmir.org/2020/7/E17481>, 22(7), e17481. <https://doi.org/10.2196/17481>
- O'Toole, M. S., Arendt, M. B., & Pedersen, C. M. (2019). Testing an App-Assisted Treatment for Suicide Prevention in a Randomized Controlled Trial: Effects on Suicide Risk and Depression. *Behavior Therapy*, *50*(2), 421–429. <https://doi.org/10.1016/J.BETH.2018.07.007>
- Obermeyer, Z., & Emanuel, E. J. (2016). Predicting the Future — Big Data, Machine Learning, and Clinical Medicine. *New England Journal of Medicine*, *375*(13), 1216–1219. <https://doi.org/10.1056/nejmp1606181>
- Oh, H., Rizo, C., Enkin, M., Jadad, A., Powell, J., & Pagliari, C. (2005). What Is eHealth (3): A Systematic Review of Published Definitions. *Journal of Medical Internet Research*, *7*(1). <https://doi.org/10.2196/jmir.7.1.e1>
- Organization, W. H. (2011). mHealth: new horizons for health through mobile technologies. In *mHealth: new horizons for health through mobile technologies*.

- World Health Organization.
- Pan, Y. J., Stewart, R., & Chang, C. K. (2013). Socioeconomic disadvantage, mental disorders and risk of 12-month suicide ideation and attempt in the National Comorbidity Survey Replication (NCS-R) in US. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, 48(1), 71–79. <https://doi.org/10.1007/s00127-012-0591-9>
- Paredaens, J. (1989). *The Structure of the relational database model*. 231.
- Parimbelli, E., Wilk, S., Cornet, R., Sniatala, P., Sniatala, K., Glaser, S. L. C., Fraterman, I., Boekhout, A. H., Ottaviano, M., & Peleg, M. (2021). A review of AI and Data Science support for cancer management. *Artificial Intelligence in Medicine*, 117, 102111. <https://doi.org/10.1016/J.ARTMED.2021.102111>
- Parraga-Alava, J., Caicedo, R. A., Gomez, J. M., & Inostroza-Ponta, M. (2019). An Unsupervised Learning Approach for Automatically to Categorize Potential Suicide Messages in Social Media. *Proceedings - International Conference of the Chilean Computer Science Society, SCCC*. <https://doi.org/10.1109/SCCC49216.2019.8966443>
- Passos, I. C., Mwangi, B., Cao, B., Hamilton, J. E., Wu, M. J., Zhang, X. Y., Zunta-Soares, G. B., Quevedo, J., Kauer-Sant'Anna, M., Kapczinski, F., & Soares, J. C. (2016). Identifying a clinical signature of suicidality among patients with mood disorders: A pilot study using a machine learning approach. *Journal of Affective Disorders*, 193, 109–116. <https://doi.org/10.1016/J.JAD.2015.12.066>
- Pauwels, K., Aerts, S., Muijzers, E., De Jaegere, E., Van Heeringen, K., & Portzky, G. (2017). BackUp: Development and evaluation of a smart-phone application for coping with suicidal crises. *PLoS ONE*, 12(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178144>
- Perez, C. (2014). *STATISTICAL TECHNIQUES WITH CATEGORICAL VARIABLES. IBM SPSS (1°)*. IberGarceta Publicaciones, S.L.
- Peters, E. M., Balbuena, L., Marwaha, S., Baetz, M., & Bowen, R. (2016). *Mood instability and impulsivity as trait predictors of suicidal thoughts*. 89(4), 435–444. <https://doi.org/10.1111/papt.12088>
- Pfeifer, P., Greusing, S., Kupferschmidt, H., Bartsch, C., & Reisch, T. (2020). A comprehensive analysis of attempted and fatal suicide cases involving frequently used psychotropic medications. *General Hospital Psychiatry*, 63, 16–20.

- <https://doi.org/10.1016/J.GENHOSPPSYCH.2019.07.011>
- Pourmand, S., Shabbak, A., & Ganjali, M. (2021). Feature Selection Based on Divergence Functions: A Comparative Classification Study. *Statistics, Optimization & Information Computing*, 9(3), 587–606. <https://doi.org/10.19139/SOIC-2310-5070-1092>
- Prevention, U. S. D. of H. and H. S. (HHS) O. of the S. G. and N. A. A. for S. (2012). 2012 National Strategy for Suicide Prevention: Goals and Objectives for Action. In *2012 National Strategy for Suicide Prevention: Goals and Objectives for Action: A Report of the U.S. Surgeon General and of the National Action Alliance for Suicide Prevention*. US Department of Health & Human Services (US). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK109917/>
- Prieto Lorenzo, V., Maderuelo Fernández, J. M., Gallardo Borge, L., Santos Carrasco, I., Queipo de Llano, M., San Román Uría, A., Uribe Ladrón de Cegama, F., & Blanco Garrote, J. A. (2021). Análisis descriptivo del suicidio en el bienio 2018-2019 en Valladolid (España). *Revista Española de Medicina Legal*, 47(4), 143–149. <https://doi.org/10.1016/J.REML.2020.12.005>
- Qasim, O. S., & Algamal, Z. Y. (2018). Feature selection using particle swarm optimization-based logistic regression model. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 182, 41–46. <https://doi.org/10.1016/J.CHEMOLAB.2018.08.016>
- Racine, M. (2018). Chronic pain and suicide risk: A comprehensive review. *Progress in Neuro-Psychopharmacology & Biological Psychiatry*, 87(Pt B), 269–280. <https://doi.org/10.1016/J.PNPBP.2017.08.020>
- Reger, M. A., Stanley, I. H., & Joiner, T. E. (2020). Suicide Mortality and Coronavirus Disease 2019—A Perfect Storm? *JAMA Psychiatry*, 77(11), 1093. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2020.1060>
- Ren, J., Lindorfer, M., Dubois, D. J., Rao, A., Choffnes, D., & Vallina-Rodriguez, N. (2018). *Bug Fixes, Improvements, ... and Privacy Leaks: A Longitudinal Study of PII Leaks Across Android App Versions*. <https://doi.org/10.14722/NDSS.2018.23143>
- Revappala, B. C., Mallanaik, S., Vijayakumar, V. K., Kudumallige, S. K., & Eshwarappa, S. N. (2021). Prevalence of Psychiatric Comorbidity among Suicide Attempters. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*, 10(38), 3370–3374.

- <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.14260/jemds/2021/684>
- Rioja Salud, & Gobierno de la Rioja. (2018). *Plan de Prevención del Suicidio en la Rioja*.  
[https://www.riojasalud.es/files/content/institucion/noticias/2019/01/15-1175/docs/PLAN\\_PREVENCION\\_CONDUCTA\\_SUICIDA\\_DEF.pdf](https://www.riojasalud.es/files/content/institucion/noticias/2019/01/15-1175/docs/PLAN_PREVENCION_CONDUCTA_SUICIDA_DEF.pdf)
- Roca, M., Gili, M., Garcia-Campayo, J., & García-Toro, M. (2013). Economic crisis and mental health in Spain. In *The Lancet* (Vol. 382, Issue 9909, pp. 1977–1978). Elsevier B.V. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)62650-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)62650-1)
- Rodante, D. E., Kaplan, M. I., Olivera Fedi, R., Gagliesi, P., Pascali, A., José Quintero, P. S., Compte, E. J., Perez, A. I., Weinstein, M., Chiapella, L. C., & Daray, F. M. (2022). CALMA, a Mobile Health Application, as an Accessory to Therapy for Reduction of Suicidal and Non-Suicidal Self-Injured Behaviors: A Pilot Cluster Randomized Controlled Trial. *Archives of Suicide Research*, 26(2), 801–818. <https://doi.org/10.1080/13811118.2020.1834476>
- Rodríguez-Marín, J. (2004). International Classification of Diseases (WHO). In *Encyclopedia of Applied Psychology, Three-Volume Set* (pp. 349–353). <https://doi.org/10.1016/B0-12-657410-3/00144-6>
- Rodriguez-Pulido, F., Castillo, G., Hamrioui, S., Martin, L. D., Vazquez-Beltrán, P., de la Torre-Díez, I., & Franco-Martín, M. A. (2020). Treatment of Depression in Primary Care with Computerized Psychological Therapies: Systematic Reviews. *Journal of Medical Systems*, 44(3), 1–8. <https://doi.org/10.1007/s10916-020-1543-7>
- Sacyl. (2021). *CYL health*. SACYL. <https://www.saludcastillayleon.es/en>
- Sakinofsky, I. (2007). *Treating Suicidality in Depressive Illness. Part I: Current Controversies - ProQuest* (6th ed., Vol. 52). Canadian Journal of Psychiatry. <https://www.proquest.com/openview/651a9b00cc1caf54351e05f427fcdc73/1?pq-origsite=gscholar&cbl=35547>
- Sanches, P., Janson, A., Karpashevich, P., Nadal, C., Qu, C., Roquet, C. D., Umair, M., Windlin, C., Doherty, G., Höök, K., & Sas, C. (2019). HCI and Affective Health Taking stock of a decade of studies and charting future research directions. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, 17. <https://doi.org/10.1145/3290605.3300475>
- Sauro, J. (1986). *Measuring Usability with the System Usability Scale (SUS) – MeasuringU*. Measuring Usability with the System Usability Scale (SUS).

- <https://measuringu.com/sus/>
- Saxena, S., Krug, E. G., Chestnov, O., & Organization, W. H. (2014). Preventing suicide: A global imperative. In *WHO Library Cataloguing-in-Publication Data*. World Health Organization.
- Schrepp, M., Thomaschewski, J., & Hinderks, A. (2017). Construction of a Benchmark for the User Experience Questionnaire (UEQ). *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 4(Regular Issue), 40. <https://doi.org/10.9781/IJIMAI.2017.445>
- Setkowski, K., Van Balkom, A. J. L. M., Dongelmans, D. A., & Gilissen, R. (2020). Prioritizing suicide prevention guideline recommendations in specialist mental healthcare: A Delphi study. *BMC Psychiatry*, 20(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/S12888-020-2465-0/TABLES/3>
- Shah, A. (2007). The relationship between suicide rates and age: an analysis of multinational data from the World Health Organization. *International Psychogeriatrics*, 19(6), 1141–1152. <https://doi.org/10.1017/S1041610207005285>
- Shahreen, N., Subhani, M., & Mahfuzur Rahman, M. (2018). Suicidal Trend Analysis of Twitter Using Machine Learning and Neural Network. *2018 International Conference on Bangla Speech and Language Processing, ICBSLP 2018*. <https://doi.org/10.1109/ICBSLP.2018.8554733>
- Shiels, M. S., Tatalovich, Z., Chen, Y., Haozous, E. A., Hartge, P., Nápoles, A. M., Pérez-Stable, E. J., Rodriguez, E. J., Spillane, S., Thomas, D. A., Withrow, D. R., Berrington De González, A., & Freedman, N. D. (2020). Trends in Mortality from Drug Poisonings, Suicide, and Alcohol-Induced Deaths in the United States from 2000 to 2017. *JAMA Network Open*, 3(9). <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.16217>
- Simon, G. E., Johnson, E., Lawrence, J. M., Rossom, R. C., Ahmedani, B., Lynch, F. L., Beck, A., Waitzfelder, B., Ziebell, R., Penfold, R. B., & Shortreed, S. M. (2018). Predicting suicide attempts and suicide deaths following outpatient visits using electronic health records. *American Journal of Psychiatry*, 175(10), 951–960. <https://doi.org/10.1176/APPI.AJP.2018.17101167/ASSET/IMAGES/LARGE/APPI.AJP.2018.17101167F1.JPEG>
- Slater, A. (2020). *Coronavirus is crushing world trade*.

- Smith, K., Ostinelli, E., & Cipriani, A. (2020). Covid-19 and mental health: a transformational opportunity to apply an evidence-based approach to clinical practice and research. *Evidence Based Mental Health*, 23(2), 45–46. <https://doi.org/10.1136/ebmental-2020-300155>
- Spain, government of. (2021). *eCIE-Maps - CIE-10-ES Diagnósticos*. Diagnostics. [https://eciemaps.mscbs.gob.es/ecieMaps/browser/index\\_10\\_mc.html](https://eciemaps.mscbs.gob.es/ecieMaps/browser/index_10_mc.html)
- Statista.es. (2021). *Dispositivos de conexión a Internet en España en 2021 | Statista*. Dispositivos Para Conexión a Internet - España 2021. <https://es.statista.com/estadisticas/478515/dispositivos-usados-para-acceder-a-internet-en-espana/>
- Statista. (2022). *Sobre nosotros | Servicios, Ubicaciones, Empleo | Statista*. Sobre Nosotros. <https://es.statista.com/acercadenosotros/>
- Stone, D., Holland, K., Bartholow, B., Crosby, A., Davis, S., & Wilkins, N. (2017). Prevención del suicidio: paquete técnico de políticas, programas y prácticas. *National Center for Injury Prevention and Control Division of Violence Prevention*, 64. <https://www.cdc.gov/violenceprevention/pdf/suicideTechnicalPackage-es.pdf>
- Sufrate-Sorzano, T., Jiménez-Ramón, E., Garrote-Cámara, M. E., Gea-Caballero, V., Durante, A., Juárez-Vela, R., & Santolalla-Arnedo, I. (2022). Health Plans for Suicide Prevention in Spain: A Descriptive Analysis of the Published Documents. *Nursing Reports*, 12(1), 77–89. <https://doi.org/10.3390/nursrep12010009>
- Suso-Ribera, C., Mora-Marín, R., Hernández-Gaspar, C., Pardo-Guerra, L., Pardo-Guerra, M., Belda-Martínez, A., & Palmer-Viciedo, R. (2018). Suicide in Castellon, 2009–2015: Do sociodemographic and psychiatric factors help understand urban–rural differences? *Revista de Psiquiatría y Salud Mental (English Edition)*, 11(1), 4–11. <https://doi.org/10.1016/J.RPSMEN.2018.02.004>
- Tang, N. K. Y., & Crane, C. (2006). Suicidality in chronic pain: a review of the prevalence, risk factors and psychological links. *Psychological Medicine*, 36(5), 575–586. <https://doi.org/10.1017/S0033291705006859>
- Tangari, G., Ikram, M., Ijaz, K., Kaafar, M. A., & Berkovsky, S. (2021). Mobile health and privacy: Cross sectional study. *The BMJ*, 373. <https://doi.org/10.1136/bmj.n1248>
- Terrade, F., Pasquier, H., Reerinck-Boulanger, J., Guingouain, G., & Somat, A. (2009).

- L'acceptabilité sociale: La prise en compte des déterminants sociaux dans l'analyse de l'acceptabilité des systèmes technologiques. *Travail Humain*, 72(4), 383–395. <https://doi.org/10.3917/th.724.0383>
- Tighe, J., Shand, F., McKay, K., McAlister, T. J., Mackinnon, A., & Christensen, H. (2020). Usage and Acceptability of the iBobbly App: Pilot Trial for Suicide Prevention in Aboriginal and Torres Strait Islander Youth. *JMIR Ment Health* 2020;7(12):E14296 <https://Mental.Jmir.Org/2020/12/E14296>, 7(12), e14296. <https://doi.org/10.2196/14296>
- Torous, J., & Roberts, L. W. (2017). Needed Innovation in Digital Health and Smartphone Applications for Mental Health: Transparency and Trust. *JAMA Psychiatry*, 74(5), 437–438. <https://doi.org/10.1001/JAMAPSYCHIATRY.2017.0262>
- Turecki, G., & Brent, D. A. (2016). Suicide and suicidal behaviour. *The Lancet*, 387(10024), 1227–1239. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)00234-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)00234-2)
- van der Feltz-Cornelis, C. M., Sarchiapone, M., Postuvan, V., Volker, D., Roskar, S., Grum, A. T., Carli, V., McDaid, D., O'Connor, R., Maxwell, M., Ibelshäuser, A., Van Audenhove, C., Scheerder, G., Sisask, M., Gusmão, R., & Hegerl, U. (2011). Best practice elements of multilevel suicide prevention strategies: a review of systematic reviews. *Crisis*, 32(6), 319–333. <https://doi.org/10.1027/0227-5910/A000109>
- Vandoros, S., Avendano, M., & Kawachi, I. (2019). The association between economic uncertainty and suicide in the short-run. *Social Science and Medicine*, 220, 403–410. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2018.11.035>
- Vayngolts, I., Korobkin, D., Fomenkov, S., & Kolesnikov, S. (2019). The Software and Information Complex Which Uses Structured Physical Knowledge for Technical Systems Design. *Communications in Computer and Information Science*, 1084, 42–51. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-29750-3\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-29750-3_4)
- Vital Wave Consulting. (2009). mHealth for Development: The Opportunity of Mobile Technology for Healthcare in the Developing World. *Technology*, 46(1), 1–70. <https://reliefweb.int/report/world/mhealth-development-opportunity-mobile-technology-healthcare-developing-world>
- Wan, Y., Li, T., Wang, P., Duan, S., Zhang, C., & Li, N. (2021). Robust and Efficient Classification for Underground Metal Target Using Dimensionality Reduction and

- Machine Learning. *IEEE Access*, 9, 7384–7401. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3049308>
- Wang, Z., Li, H., Nie, B., Du, J., Du, Y., & Chen, Y. (2021). Feature selection using different evaluate strategy and random forests. *2021 International Conference on Computer Engineering and Artificial Intelligence (ICCEAI)*, 310–313. <https://doi.org/10.1109/ICCEAI52939.2021.00062>
- WELLBEING, E. J. A. O. M. H. A., & UNION, E. (2016). *European Framework for Action on Mental Health and Wellbeing*.
- White, J. (2013). Going native (or not): Five questions to ask mobile application developers. *The Australasian Medical Journal*, 6(1), 7. <https://doi.org/10.4066/AMJ.2013.1576>
- WHO: World Health Organization. (2010). *PAHO/WHO | Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE)*. Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE). <https://www3.paho.org/>
- WHO., Saxena, S., Saxena, S., Krug, E. G., Krug, E. G., Chestnov, O., Chestnov, O., & World Health Organization. Department of Mental Health and Substance Abuse. (2014). *Preventing Suicide : a Global Imperative*. World Health Organization.
- Wiktorsson, S., Runeson, B., Skoog, I., Östling, S., & Waern, M. (2010). Attempted suicide in the elderly: characteristics of suicide attempters 70 years and older and a general population comparison group. *The American Journal of Geriatric Psychiatry : Official Journal of the American Association for Geriatric Psychiatry*, 18(1), 57–67. <https://doi.org/10.1097/JGP.0B013E3181BD1C13>
- Wilcoxon, F. (1945). Individual Comparisons by Ranking Methods. *Biometrics Bulletin*, 1(6), 80. <https://doi.org/10.2307/3001968>
- Williams, S. C., Schmaltz, S. P., Castro, G. M., & Baker, D. W. (2018). Incidence and Method of Suicide in Hospitals in the United States. *The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety*, 44(11), 643–650. <https://doi.org/10.1016/J.JCJQ.2018.08.002>
- Witt, K., Spittal, M. J., Carter, G., Pirkis, J., Hetrick, S., Currier, D., Robinson, J., & Milner, A. (2017). Effectiveness of online and mobile telephone applications ('apps') for the self-management of suicidal ideation and self-harm: A systematic review and meta-analysis. *BMC Psychiatry*, 17(1), 1–18. <https://doi.org/10.1186/S12888-017->

- 1458-0/TABLES/4
- Witte, T. K., Timmons, K. A., Fink, E., Smith, A. R., & Joiner, T. E. (2009). Do major depressive disorder and dysthymic disorder confer differential risk for suicide? *Journal of Affective Disorders, 115*(1–2), 69–78. <https://doi.org/10.1016/J.JAD.2008.09.003>
- Woldaregay, A. Z., Årsand, E., Walderhaug, S., Albers, D., Mamykina, L., Botsis, T., & Hartvigsen, G. (2019). Data-driven modeling and prediction of blood glucose dynamics: Machine learning applications in type 1 diabetes. *Artificial Intelligence in Medicine, 98*, 109–134. <https://doi.org/10.1016/J.ARTMED.2019.07.007>
- Wong, P. W. C., Chan, W. S. C., Chen, E. Y. H., Chan, S. S. M., Law, Y. W., & Yip, P. S. F. (2008). Suicide among adults aged 30-49: a psychological autopsy study in Hong Kong. *BMC Public Health, 8*. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-8-147>
- World Health Organization. (2021a). Comprehensive Mental Health Action Plan 2013-2030. In *Comprehensive Mental Health Action Plan 2013-2030*. <https://www.who.int/initiatives/mental-health-action-plan-2013-2030>
- World Health Organization. (2021b). Suicide worldwide in 2019: global health estimates. In *World Health Organization, Geneva*. <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/1350975/retrieve>
- Wyatt, J. C., & Liu, J. L. Y. (2002). Basic concepts in medical informatics. *Journal of Epidemiology and Community Health, 56*(11), 808–812. <https://doi.org/10.1136/JECH.56.11.808>
- Wyman, P. A., Brown, C. H., LoMurray, M., Schmeelk-Cone, K., Petrova, M., Yu, Q., Walsh, E., Tu, X., & Wang, W. (2010). An outcome evaluation of the Sources of Strength suicide prevention program delivered by adolescent peer leaders in high schools. *American Journal of Public Health, 100*(9), 1653–1661. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2009.190025>
- Xu, C., Wang, J., Jin, X., Yuan, Y., & Lu, G. (2020). Establishment of a predictive model for outcomes in patients with severe acute pancreatitis by nucleated red blood cells combined with Charlson complication index and APACHE II score. *The Turkish Journal of Gastroenterology, 31*(12), 936. <https://doi.org/10.5152/TJG.2020.19954>
- You, B. S., Jeong, K. H., & Cho, H. J. (2020). Regional suicide rate change patterns in Korea. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 17*(19),

- 1–10. <https://doi.org/10.3390/ijerph17196973>
- Zalsman, G., Hawton, K., Wasserman, D., van Heeringen, K., Arensman, E., Sarchiapone, M., Carli, V., Höschl, C., Barzilay, R., Balazs, J., Purebl, G., Kahn, J. P., Sáiz, P. A., Lipsicas, C. B., Bobes, J., Cozman, D., Hegerl, U., & Zohar, J. (2016). Suicide prevention strategies revisited: 10-year systematic review. *The Lancet Psychiatry*, 3(7), 646–659. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(16\)30030-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S2215-0366(16)30030-X)
- Zhang, T., Schoene, A. M., Ji, S., & Ananiadou, S. (2022). Natural language processing applied to mental illness detection: a narrative review. *Npj Digital Medicine* 2022 5:1, 5(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41746-022-00589-7>
- Zhou, Z. H. (2012). Ensemble methods: Foundations and algorithms. *Ensemble Methods: Foundations and Algorithms*, 1–218. <https://doi.org/10.1201/B12207/ENSEMBLE-METHODS-ZHI-HUA-ZHOU>
- Zortea, T. C., Cleare, S., Melson, A. J., Wetherall, K., & O'Connor, R. C. (2020). Understanding and managing suicide risk. *British Medical Bulletin*, 134(1), 73–84. <https://doi.org/10.1093/BMB/LDAA013>

# Anexo 1

## Esquema de la Base de Datos implementada en la plataforma WEB

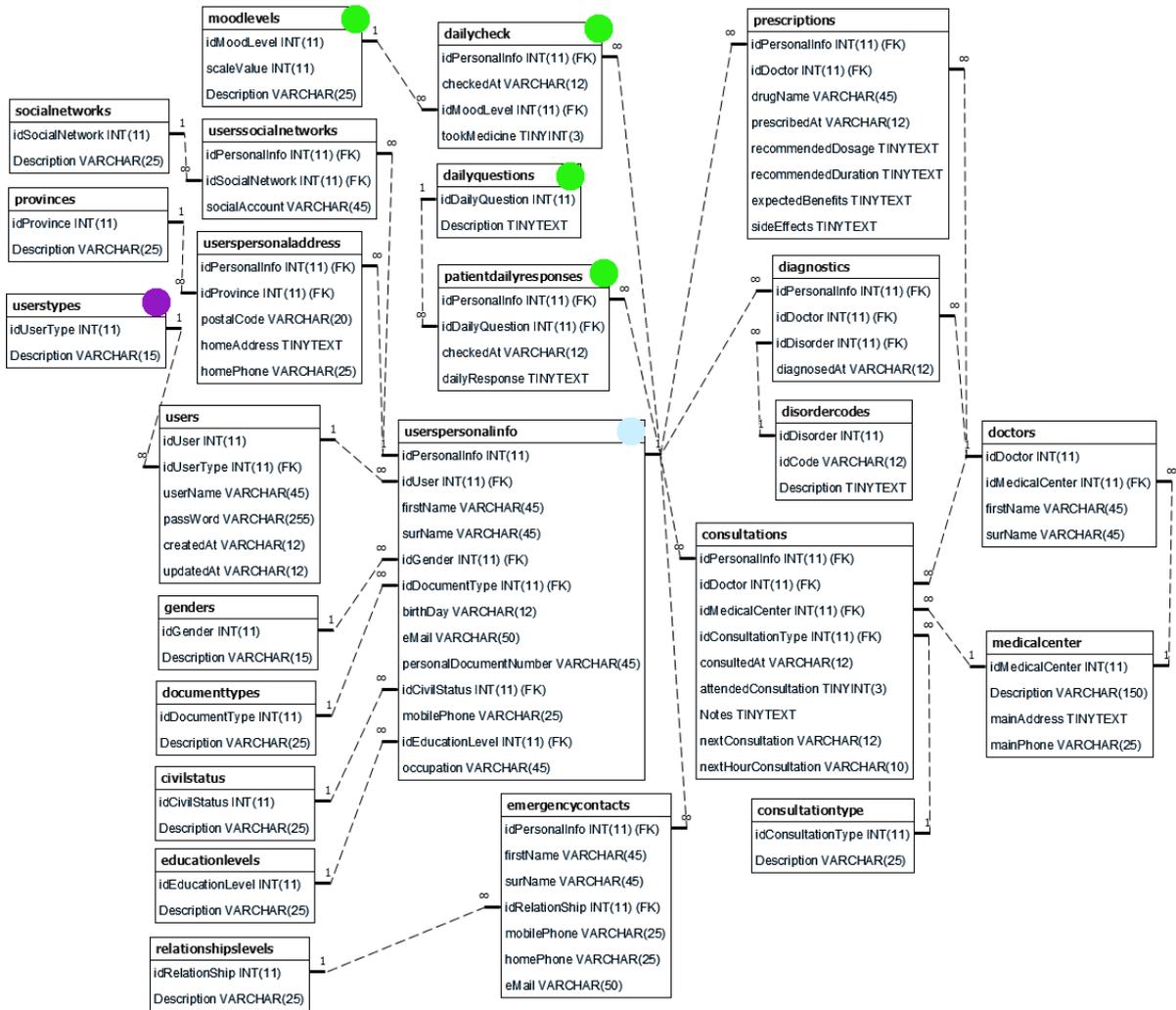


Figura A1 - Esquema de la Base de Datos implementada

En la figura A1, se señalan las Tablas en verdes, las que han sido diseñadas para permitir el registro de los estados de ánimos y las preguntas de seguimiento. La tabla señalada con el color celeste es aquella almacena información de los usuarios/pacientes.

## Anexo 2

### Manual de la plataforma Web (appsuicide.es)

[Figura A2]-Pantalla principal para el manejo del sistema web en appsuicide.es



Figura A2 - Acceso a la web Appsucide.es

[Figura A3] Acceso por usuario al sistema, sólo personal médico o clínico autorizado en esta propuesta, por ser información personal y clínica del paciente con Comportamiento Suicida.

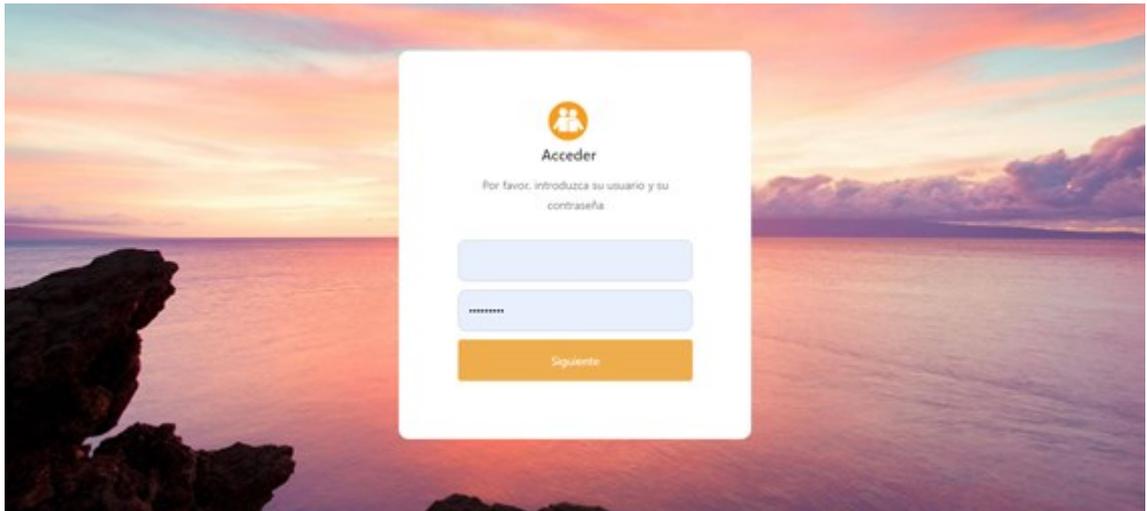


Figura A3 - Acceso por usuario y Contraseña

[Figura A4] Menú Principal del Sistema propuesto alojado en el dominio appsuicide.es, donde se maneja la creación de usuarios pacientes para poder recibir los datos de pacientes en la Base de datos.

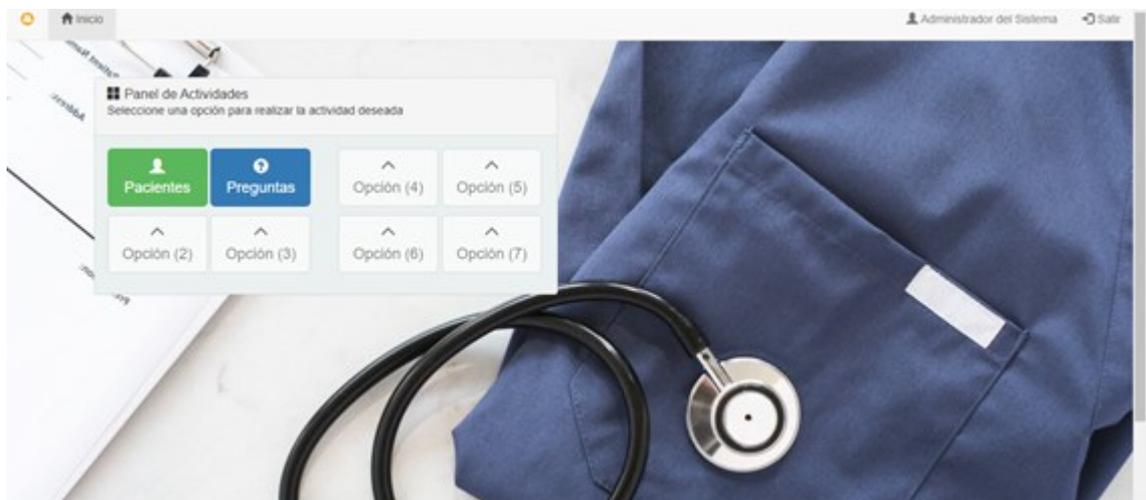


Figura A4 - Menú Principal

Si seleccionamos la opción del botón verde “Pacientes” que se presenta en la [Figura A4], podemos agregar a un nuevo paciente, modificar y consultar los pacientes ya registrados. También se puede exportar en formato CSV los registros de los estados de ánimos y preguntas en este SP de salud digital, tal como se [Figura A5]. La figura A5, se muestra incompleta porque se han quitado de la imagen los datos de los pacientes por temas de privacidad y confidencialidad.

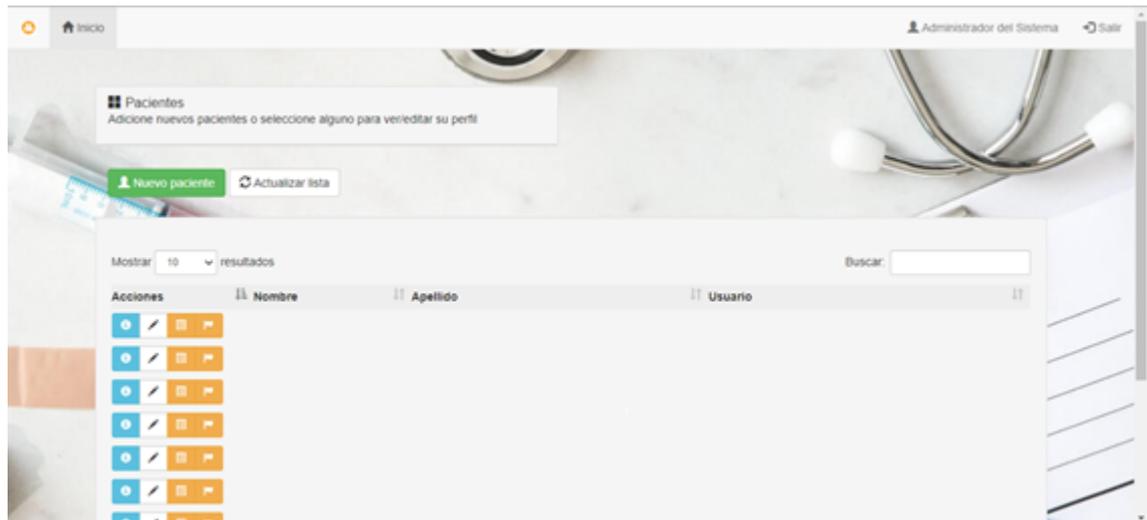


Figura A5 - Creación, Modificación y Consulta de Pacientes

Al seleccionar el botón nuevo paciente [Figura A5] el sistema nos habilita las siguientes pantallas para agregar datos personales [Figura A6], datos de contacto de emergencia y diagnóstico principal [Figura A7]. Dentro de las acciones disponibles está información, el cual genera un pdf con todos los datos personales del paciente que incluye su diagnóstico. Por motivo de seguridad de la información de carácter personal, la imagen no presenta los nombres de los pacientes que han participado en esta prueba del sistema.

Figura A6 - Creación de Paciente. Parte 1

Figura A7- Creación de Pacientes. Parte 2

[Figura A8] al seleccionar la opción de preguntas podremos habilitar o no las preguntas que le aparecerán a los pacientes en la APP en la Versión 1.0.

Pregunta	Estado
¿Que tal como estás?	<input type="checkbox"/>
¿Has dormido hoy?	<input type="checkbox"/>
¿Que vas hacer hoy?	<input type="checkbox"/>
¿Sigues pensando en morir?	<input type="checkbox"/>
¿Eres capaz de dejar de pensar en ello?	<input type="checkbox"/>
¿Qué has hecho para evitar estos pensamientos?	<input type="checkbox"/>
¿Buscas apoyo cuando tienes estos pensamientos?	<input type="checkbox"/>
¿Consigues frenar el impulso de hacerte daño?	<input type="checkbox"/>

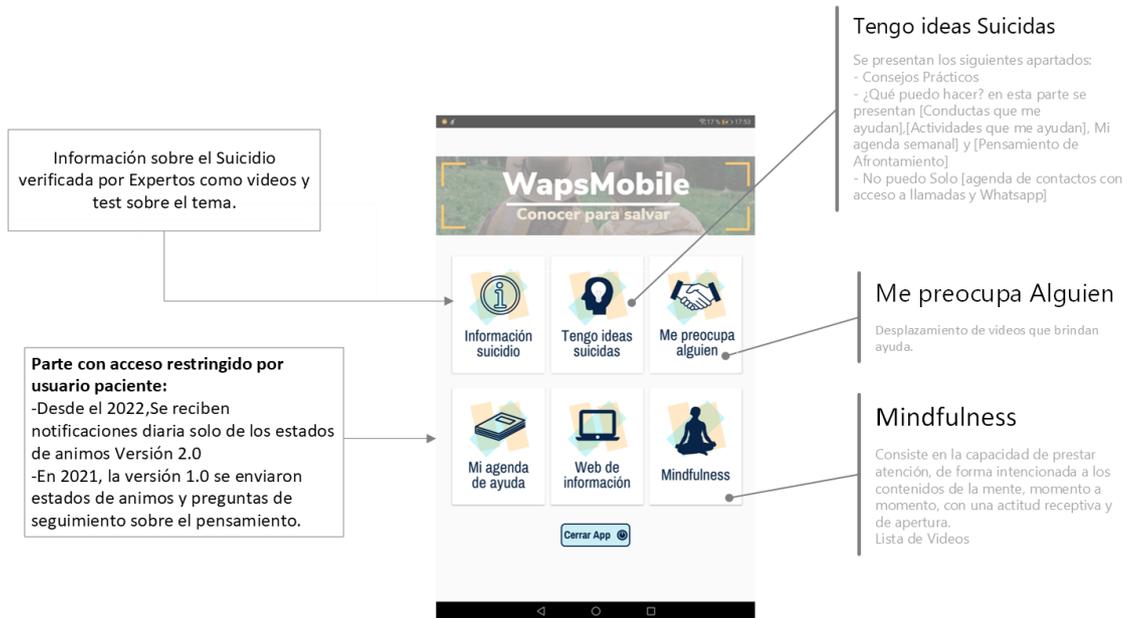
Figura A8 - Pantalla de Gestión de las preguntas de seguimiento

# Anexo 3

## Diseño de Interfaz Usuario (UI) - APP

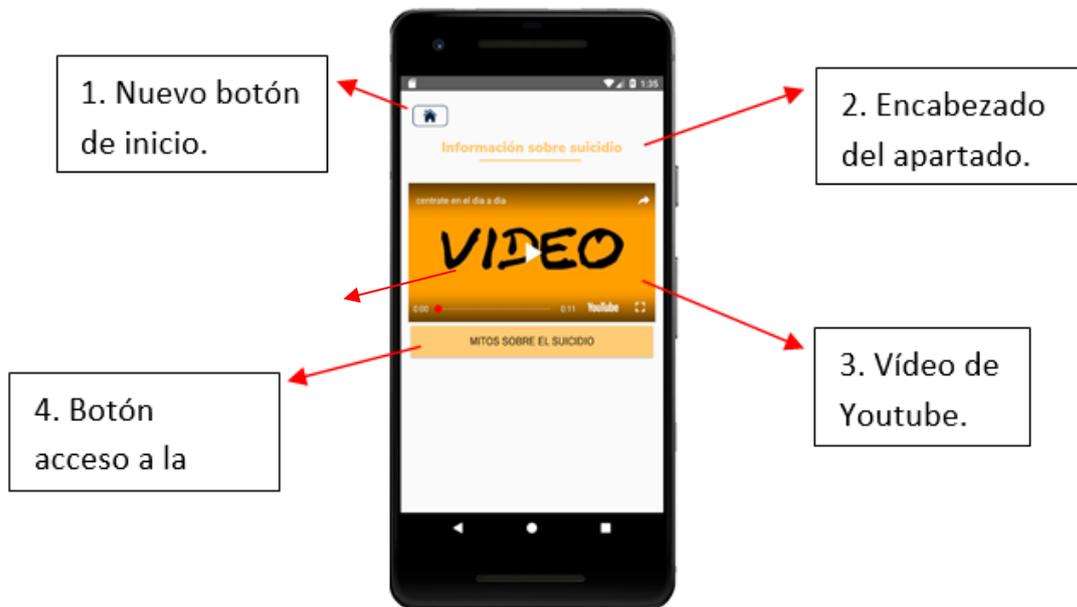
Versión en español

### 0b-Pantalla de inicio



Fuente: APP

### 1a. Información general sobre el suicidio (Pantalla inicial)



Fuente: APP

1b. Información general sobre el suicidio (Test)



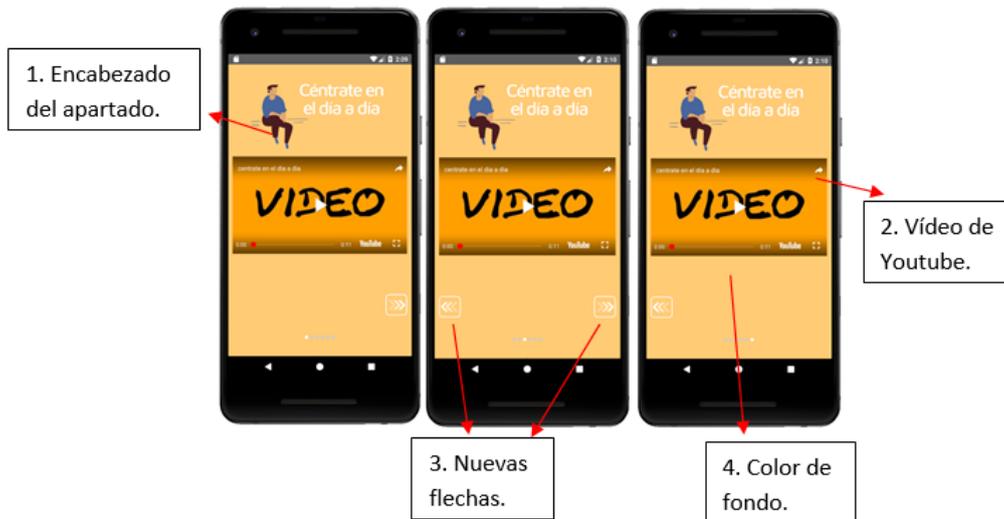
Fuente: APP

2 - Tengo ideas suicidas



Fuente: APP

2a - Consejos rápidos sobre el Suicidio



\* MÁS OPCIONES



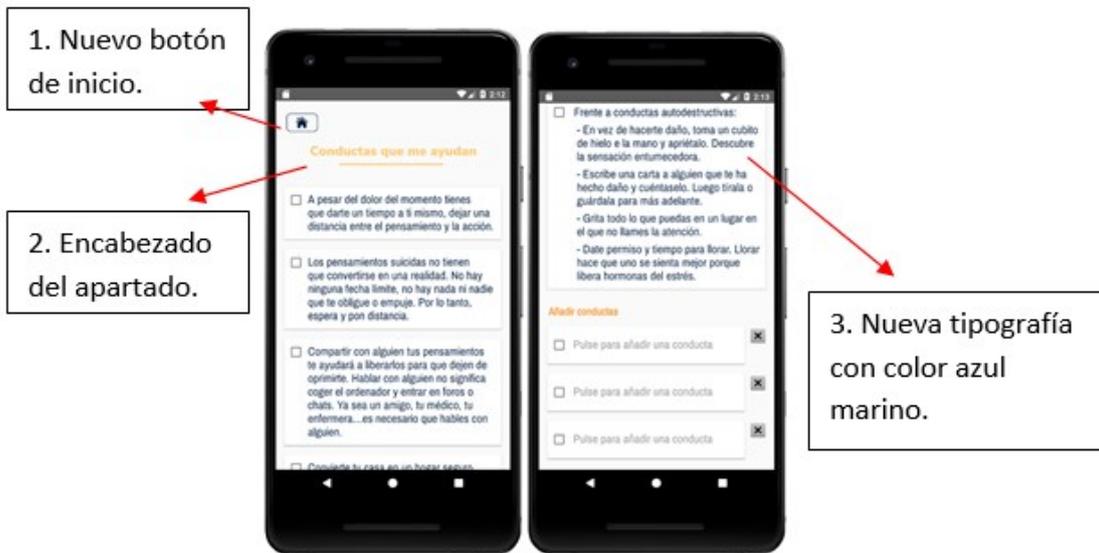
Fuente: APP

2b - ¿Qué puedo hacer?



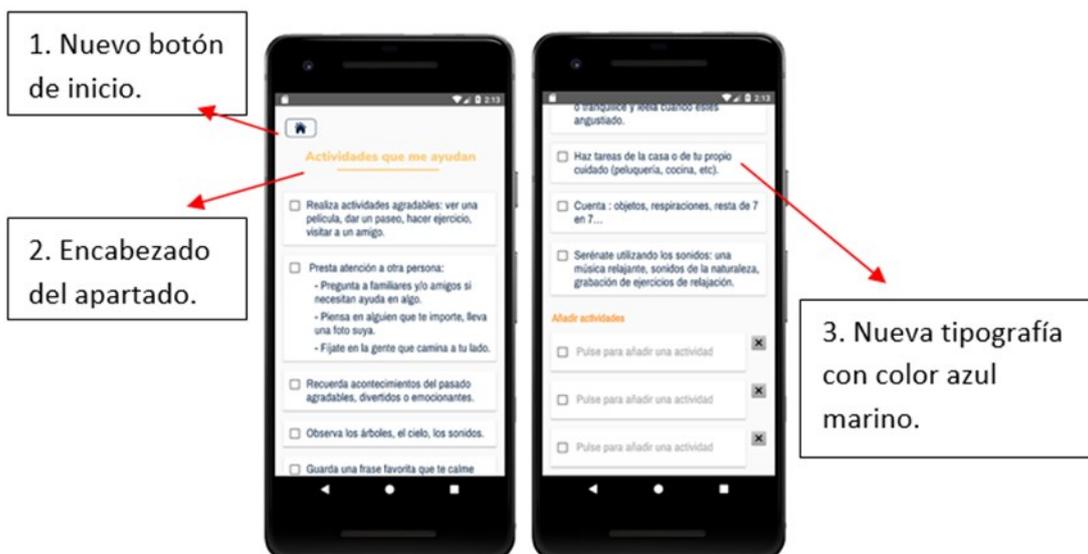
Fuente: APP

## 2b1 - Conductas que me ayudan



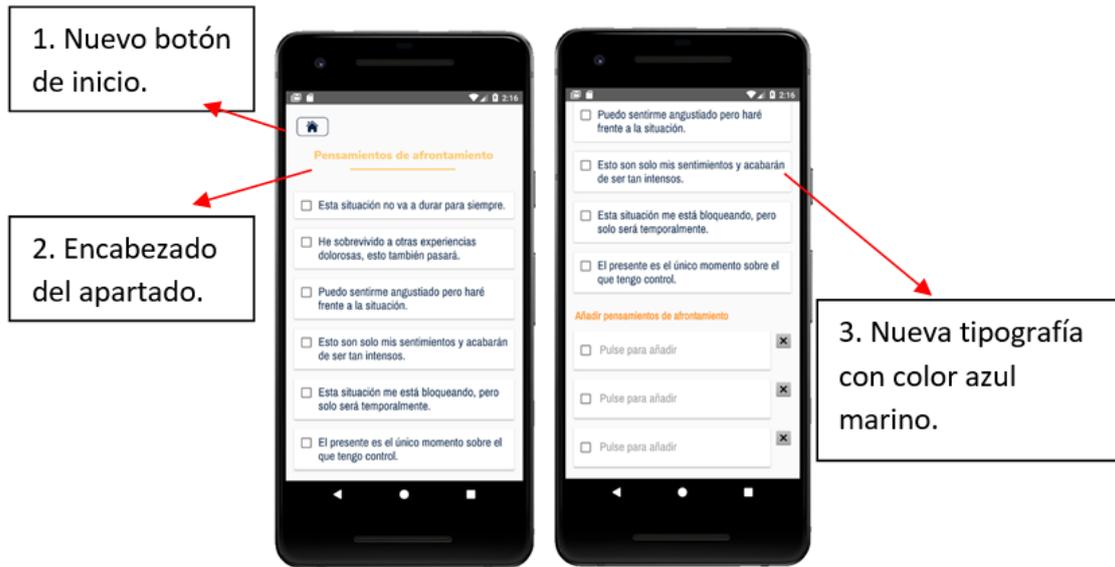
Fuente: APP

## 2b2 - Actividades que me ayudan



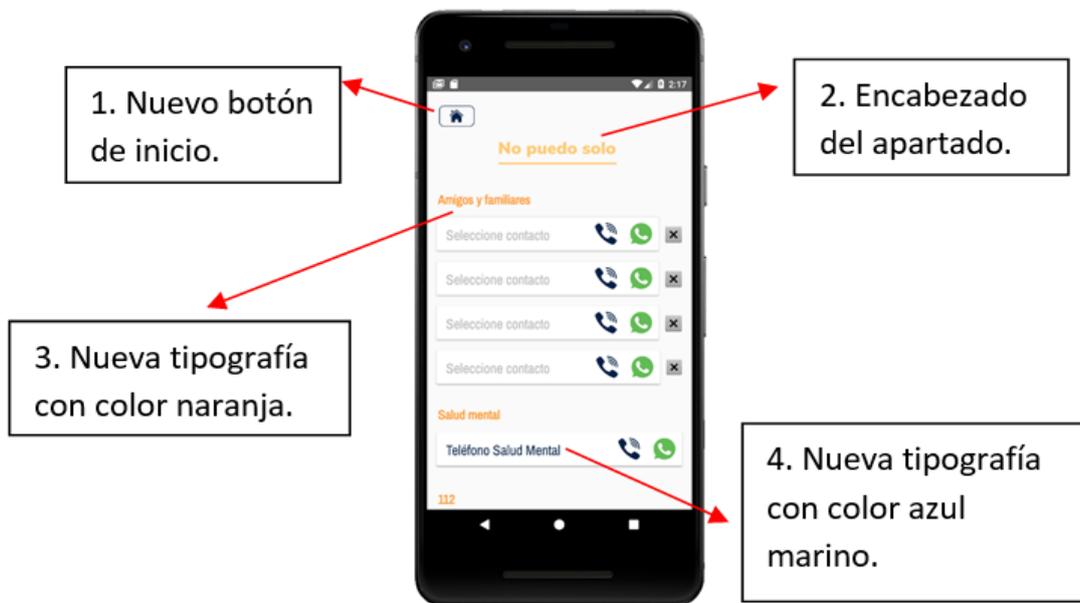
Fuente: APP

2b3 – Pensamientos de afrontamiento



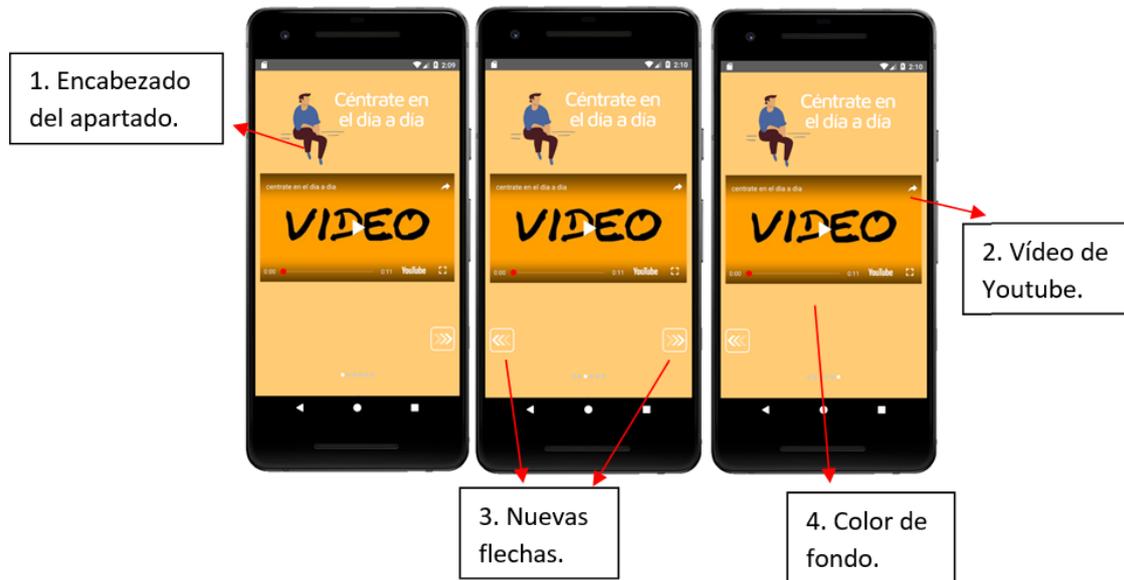
Fuente: APP

2c – No puedo solo



Fuente: APP

## 3 – Me preocupa alguien



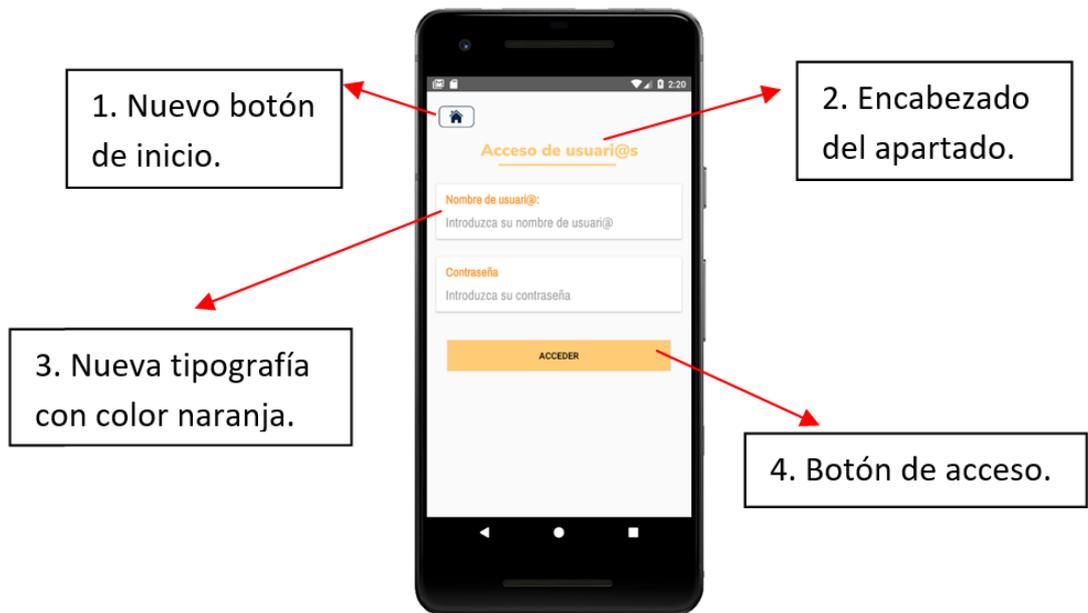
Fuente: APP

## \* MÁS OPCIONES



Fuente: APP

## 4 – Agenda de ayuda



Fuente: APP

## 4a – Agenda de ayuda (Pacientes)



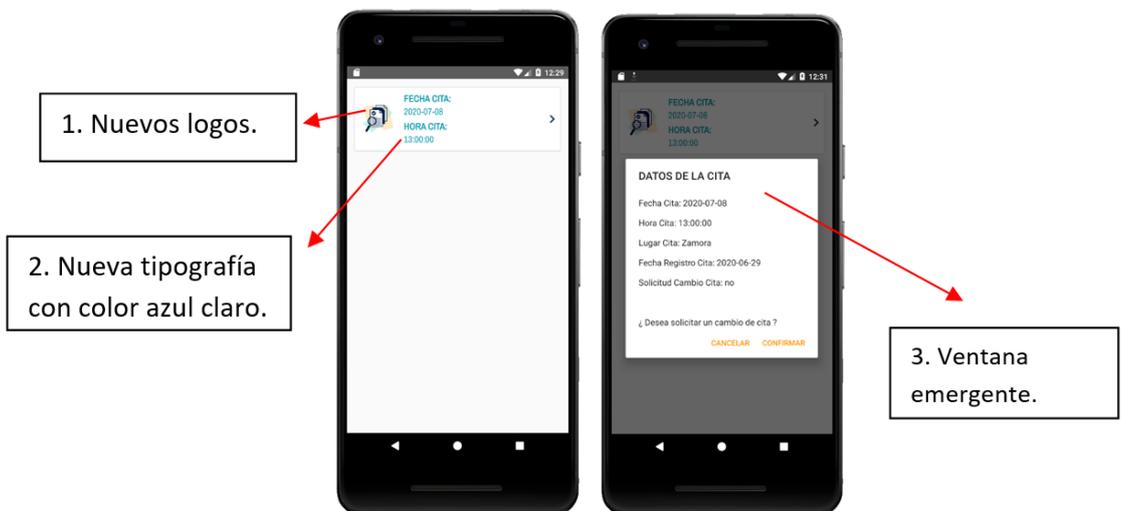
Fuente: APP

## 4b1 – Mis citas



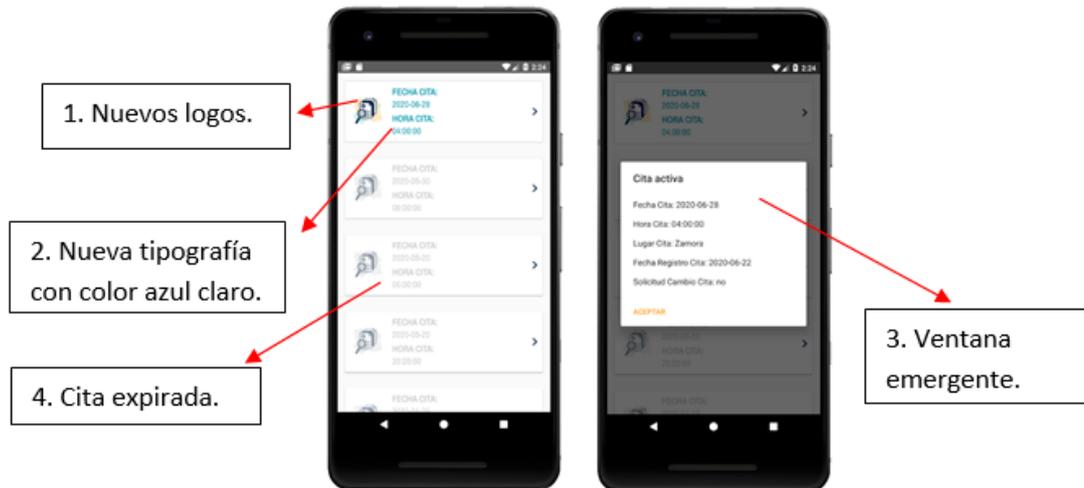
Fuente: APP

## 4b1a – Solicitar cambio fecha cita



Fuente: APP

## 4b1b – Consultar registro citas



Fuente: APP

## 4b3 – Mi estado de ánimo



Fuente: APP

## 4b3b – Estado de ánimo y Preguntas de Seguimiento finalmente probado.

¿Que tal como estás?

¿Has dormido hoy?

¿Que vas hacer hoy?

ENVIAR RESPUESTAS

Nuevos iconos sobre los 5 estados de ánimos disponibles

Preguntas de seguimiento por notificación en las mañanas – 10:00

Fuente: APP

## Segundo y Tercer Grupo de Preguntas de seguimiento (14:00 h y a las 22:00h)

¿Buscas apoyo cuando tienes estos pensamientos?

¿Consigues frenar el impulso de hacerte daño?

¿Cuando te has sentido mal, has buscado apoyo en tu familia/amigos/pareja?

ENVIAR RESPUESTAS

Figura 1 - Segundo grupo de Preguntas de Seguimiento

¿Sigues pensando en morir?

¿Eres capaz de dejar de pensar en ello?

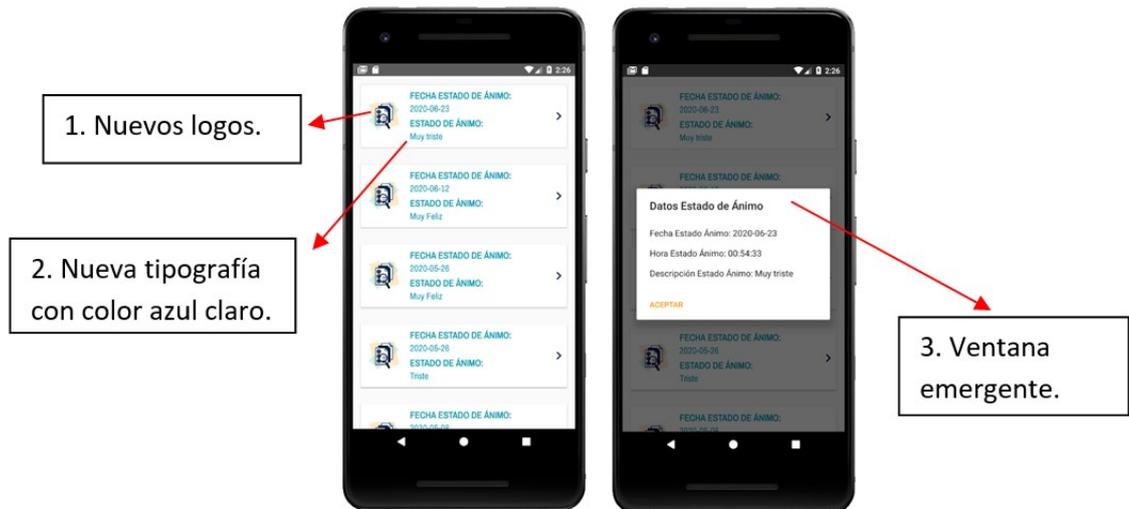
¿Qué has hecho para evitar estos pensamientos?

ENVIAR RESPUESTAS

Figura 2 - Tercer grupo de Preguntas de Seguimiento

Fuente: APP

## 4b3b – Consultar estados de ánimo



Fuente: APP

## 5 – Mindfulness

Se agregó el Mindfulness con una serie de apartados distribuidos en diversos grupos de videos (listas de reproducción para realizar prácticas de mindfulness). El mindfulness se agregó como una alternativa para el manejo emocional de los pacientes con comportamientos suicida.



Fuente: APP

## Anexo 4

### Preguntas FG

#### *Preguntas semiestructuradas y abiertas utilizadas en la discusión del Focus Group*

---

1. ¿Cómo valoraríais vuestra experiencia con la App?
2. ¿Qué ventajas le veis a esta App? / ¿Qué aspectos habéis visto positivos en el empleo de la App?
  - a. ¿La interfaz es visualmente atractiva?
  - b. ¿La navegación es fácil e intuitiva?
  - c. ¿Fue fácil de usar?
3. ¿Qué inconvenientes le veis a esta App? / ¿Qué aspectos habéis visto negativos en el empleo de la App?
  - a. ¿Algún proceso que os haya parecido complicado/difícil?
  - b. ¿Qué fue lo más difícil de aprender sobre el programa?
4. ¿Creéis que es una herramienta segura?
5. ¿Consideraríais importante el hecho de que la App os pregunte por vuestro estado de ánimo?
6. Los consejos rápidos para momentos de crisis ¿os han ayudado?
7. El apartado “¿Qué puedo hacer?” ¿Os ha servido de ayuda en algún momento?
8. El apartado “No puedo solo” ¿Cuál ha sido vuestra percepción sobre este apartado?
9. La aplicación tiene un elemento que es el mindfulness, ¿Hasta qué punto consideraríais que os ha resultado útil en el día a día?
10. ¿Habéis compartido con alguien cercano, de vuestro entorno, el apartado “me preocupa alguien”? y si lo has hecho crees que ha servido para entenderte mejor?
11. ¿Qué aspectos que no están disponibles en la App os gustaría añadir o creéis que sería útil añadir?
  - a. Aspectos que deberían mejorarse
  - b. Aspectos que quitarías de la aplicación
  - c. ¿Qué *feedback* te gustaría recibir desde la aplicación?