

**Universidad Internacional de La Rioja (UNIR)**

**Escuela de Ingeniería**

**Máster Universitario en Diseño y Gestión de  
Proyectos Tecnológicos**

**Sistema para el  
autocontrol y  
seguimiento de la  
tensión intraocular  
(SASTI).**

**Trabajo Fin de Máster**

**Presentado por:** Fernández Robledo, Roberto

**Director:** Medrano Rodríguez, Celia

Ciudad: San Sebastián, España

Fecha: 23 de julio 2020

## Resumen

La hipertensión intraocular es una enfermedad altamente extendida en la población mundial, produciendo daños irreversibles en el ojo, o incluso ceguera. Por ello, se requiere un minucioso control por parte de un oftalmólogo mediante el uso de un tonómetro. El objetivo de SASTI, es la creación e implementación de un sistema de medición de tensión intraocular de uso doméstico y envío de datos incorporado a un dispositivo manual y de fácil manejo, que permite que el propio paciente pueda realizar la medida de la tensión intraocular en su propio domicilio sin personal cualificado. Los datos obtenidos serán enviados al historial del paciente para que el médico especialista pueda hacer seguimiento. Se seguirán los estándares establecidos en la guía PMBOK® y se empleará la metodología SCRUM para la etapa de desarrollo Software. Con este dispositivo, se espera conseguir un control más exhaustivo de la enfermedad, y supondrá una revolución tecnológica en dispositivos médicos.

**Palabras Clave:** Glaucoma, Tonómetro, presión intraocular, autocontrol.

## Abstract

Intraocular hypertension is a highly widespread disease in the world population, causing irreversible damage to the patient's eye or even blindness. Thereby, a thorough monitoring is required by an ophthalmologist using a tonometer. SASTI aims to develop and implement an intraocular pressure measurement system and data transmission, incorporated into a manual and easy-handling device that allows the patient to measure the intraocular pressure at home without medical supervision. The data obtained will be automatically downloaded and stored into a database, where through a software program the specialist doctor would be able to monitor the disease when necessary. The standards established in the PMBOK® guide will be followed and the SCRUM methodology will be used for the development stage of the Software. With this device, it is expected to achieve a more comprehensive disease control, and will involve a technological revolution in medical devices.

**Keywords:** Glaucoma, Tonometer, intraocular pressure, self-monitoring.

# Índice de contenido

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>9</b>
1.1	Motivación	9
1.2	Planteamiento del trabajo	11
1.3	Estructura del trabajo	12
<b>2</b>	<b>Resumen de la propuesta</b>	<b>14</b>
2.1	Descripción de la convocatoria	14
2.2	Resumen del proyecto	14
2.3	Descripción del consorcio	15
<b>3</b>	<b>Contexto y estado del arte</b>	<b>17</b>
3.1	Contexto	17
3.2	Estado del arte	18
3.2.1	<i>Tonómetros</i>	18
3.2.2	<i>Sistemas de gestión de datos médicos</i>	25
<b>4</b>	<b>Propuesta según formato de la convocatoria</b>	<b>29</b>
4.1	Excelencia	29
4.1.1	<i>Objetivos</i>	29
4.1.2	<i>Relación con el programa marco</i>	29
4.1.3	<i>Concepto y aproximación</i>	31
4.1.4	<i>Ambición</i>	34
4.2	Impacto	35
4.2.1	<i>Impactos esperados</i>	35
4.2.2	<i>Medidas para maximizar el impacto</i>	37
4.3	Implementación	40
4.3.1	<i>Paquetes de trabajo, entregables e hitos</i>	40
4.3.2	<i>Gestión estructural y procedimientos</i>	53
4.3.3	<i>Consorcio en conjunto</i>	57
4.3.4	<i>Recursos</i>	58
4.4	Miembros del consorcio	67
4.4.1	<i>Participantes</i>	68
4.4.2	<i>Terceras partes implicadas en el proyecto</i>	75
4.5	Ética y seguridad	76
4.5.1	<i>Ética</i>	76

4.5.2	<i>Seguridad</i> .....	78
<b>5</b>	<b>Conclusiones y trabajo futuro</b> .....	<b>80</b>
5.1	Principales conclusiones .....	80
5.2	Líneas de trabajo futuro.....	81
	<b>Referencias bibliográficas</b> .....	<b>82</b>
	<b>Anexo I: Plantilla H2020</b> .....	<b>86</b>
	<b>Anexo I I: Carta de compromiso</b> .....	<b>113</b>

## Índice de figuras

Fig. 1 Diagrama SASTI .....	15
Fig. 2 Tonómetro de Goldman .....	19
Fig. 3 Semicírculos de fluoresceína.....	19
Fig. 4 Tonómetro de Perkins .....	20
Fig. 5 Tonómetro Icare® .....	21
Fig. 6 TonopenAvia®.....	22
Fig. 7 Pulsair IntelliPuff.....	22
Fig. 8 Tonómetro Icare®HOME .....	23
Fig. 9 Tonómetro palpebral Diaton®.....	24
Fig. 10 Plataforma TELEA.....	26
Fig. 11 Cronograma de diseminación y divulgación de los resultados.....	39
Fig. 12 Diagrama PERT .....	52
Fig. 13 Estructura de gestión de proyectos .....	55

## Índice de gráficas

Gráfica 1 Lista de espera de oftalmología .....	10
Gráfica 2 Variación de la PIO a lo largo del día .....	32
Gráfica 3 Porcentaje del presupuesto por participante .....	67

## Índice de tablas

Tabla 1 Lista de participantes en el proyecto.....	16
Tabla 2 Comparativa tonómetros .....	24
Tabla 3 Ventajas y desventajas de los sistemas de monitorización .....	28
Tabla 4 Lista de espera por especialidades .....	37
Tabla 5 Diagrama de Gantt .....	42
Tabla 6. Descripción correspondiente al paquete de trabajo 1 .....	43
Tabla 7 Descripción correspondiente al paquete de trabajo 2 .....	43
Tabla 8 Descripción correspondiente al paquete de trabajo 3 .....	44
Tabla 9 Descripción correspondiente al paquete de trabajo 4 .....	45
Tabla 10 Descripción correspondiente al paquete de trabajo 5 .....	46
Tabla 11 Descripción correspondiente al paquete de trabajo 6 .....	47
Tabla 12 Descripción correspondiente al paquete de trabajo 7 .....	48
Tabla 13 Descripción correspondiente al paquete de trabajo 8 .....	48
Tabla 14 Lista de paquetes de trabajos.....	49
Tabla 15 Listado de entregables .....	50
Tabla 16. Listado de hitos .....	53
Tabla 17 Listado de riesgos identificados.....	54
Tabla 18 Matriz de responsabilidades .....	57
Tabla 19 Tabla resumen del esfuerzo por participante .....	58
Tabla 20 Costes directos de personal de PMI .....	59
Tabla 21. Costes directos de personal de SSS .....	59
Tabla 22 Costes directos de personal de UOT .....	60

Tabla 23. Costes directos de personal de TSN .....	61
Tabla 24. Costes directos de personal de FMT .....	62
Tabla 25. Costes directos de personal de HUD.....	63
Tabla 26. Otros costes directos de PMI.....	64
Tabla 27 Otros costes directos de SSS.....	64
Tabla 28 Otros costes directos de UOT.....	64
Tabla 29 Otros costes directos de TSN.....	65
Tabla 30 Otros costes directos de FMT.....	65
Tabla 31 Otros costes directos de HUD .....	65
Tabla 32. Desglose presupuesto total .....	66
Tabla 33 Terceras partes involucradas en el proyecto .....	75
Tabla 34 Tabla cuestiones éticas .....	77

# 1 Introducción

Este documento corresponde a una propuesta de financiación de un proyecto de innovación basado en la creación de un sistema para el autocontrol de la presión intraocular. A continuación, se muestran las razones por las que se ha elegido esta temática, los problemas actuales que existen y la importancia que tiene llevar a cabo el proyecto.

## 1.1 Motivación

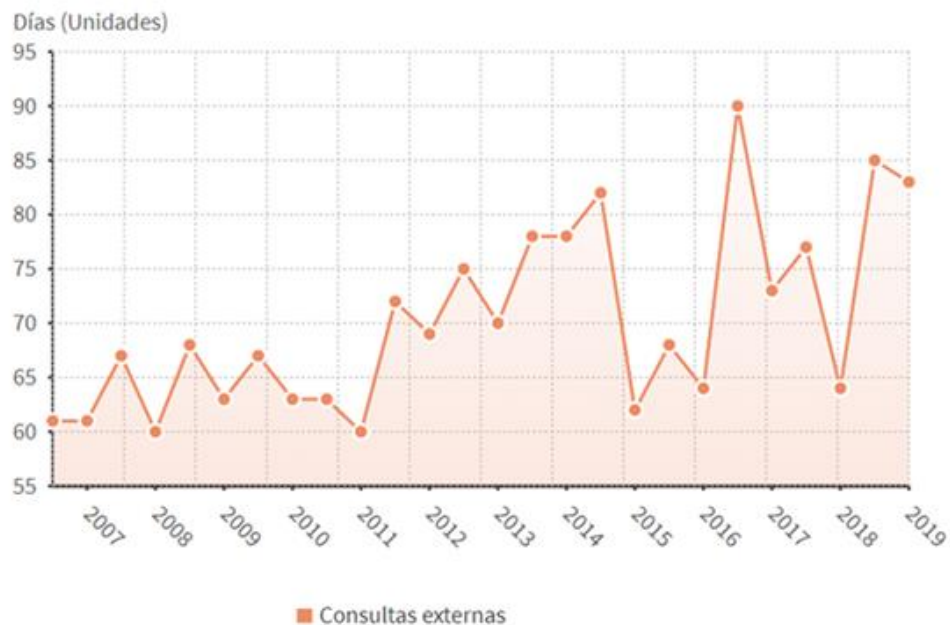
La hipertensión ocular está provocada por un mal funcionamiento del sistema de drenaje del humor acuoso, que baña y nutre las estructuras oculares. Cuando este no fluye correctamente por múltiples causas, se rompe el equilibrio entre el líquido que se produce en el interior del ojo y el líquido que va saliendo de él, lo que deriva en un aumento de la presión intraocular, normalmente gradual, aunque también puede ser brusco. Una de las patologías más severas asociadas a la hipertensión ocular es el glaucoma, enfermedad neurodegenerativa que puede derivar en ceguera. La hipertensión ocular no se puede prevenir, pero sí que se puede controlar de cerca con revisiones periódicas (especialmente en caso de tener factores de riesgo) y reducir mediante diferentes tratamientos para evitar que se dañe el nervio óptico y, con ello, origine una pérdida de visión irreversible. La Organización mundial de la salud (OMS) estima que 60 millones de personas sufren glaucoma (Quigley, 1996). A nivel mundial, 4,5 millones de personas están ciegas a causa de esta enfermedad, y se prevé que para el año 2020 esta cifra aumente a 80 millones, es decir, 1,06% de la población mundial (“Primer informe mundial sobre la visión”, 2017). Esto se traduce en que se trata de la segunda causa de ceguera a nivel mundial, después de las cataratas, y la primera causa de ceguera en personas mayores de 60 años.

Todas las personas pueden padecer la enfermedad del glaucoma, independientemente de la edad. Aunque las personas de mayor edad presentan un mayor riesgo de padecer esta enfermedad, los bebés también pueden nacer con glaucoma. Esta enfermedad, es conocida como la ceguera silenciosa, dado que el glaucoma no da síntomas hasta sus fases más avanzadas, provocando que el diagnóstico sea tardío y que no se pueda iniciar a tiempo un tratamiento que frene el avance de la enfermedad. Es por ello necesario acudir a un especialista oftalmólogo para realizar un exhaustivo control de la presión intraocular (PIO).

La técnica diagnóstica adecuada y más fiable para medir la presión intraocular, es mediante el uso de un tonómetro, instrumento que debe ser manejado por médicos oftalmólogos especialistas, autorizados e instruidos para el manejo del mismo. Se ha demostrado además

que los pacientes pueden tener una amplia variabilidad de PIO durante las 24 horas del día en función de diferentes factores como: ritmo circadiano, ejercicio físico, medicación, cambios posturales (supina o vertical), etc. por lo que a veces se requiere internación para realizar mediciones de la curva de PIO de 24 horas, lo que conlleva un proceso incómodo y costoso (Lucia P-G, & Julián G-F, 2020).

Uno de los problemas que tenemos actualmente en la sanidad pública, son las listas de espera. Según la organización de consumidores y usuarios (OCU), el tiempo de espera medio en la especialidad de oftalmología en España es de ochenta y tres días, como bien se muestra en la gráfica 1, un tiempo bastante elevado teniendo en cuenta la importancia que tiene la detección precoz de esta enfermedad. (OCU, sf).



*Gráfica 1 Lista de espera de oftalmología*  
(Fuente: Sistema Nacional de Salud [www.epdata.es](http://www.epdata.es))

## 1.2 Planteamiento del trabajo

El objetivo de este proyecto es la creación de un sistema para la atención sanitaria orientado a las necesidades de los pacientes con PIO elevada, cambiando de un enfoque reactivo a una atención proactiva. El sistema para el autocontrol y seguimiento de la tensión intraocular (SASTI), es un dispositivo de uso doméstico pensado para que todas aquellas personas propensas a padecer hipertensión intraocular, puedan realizarse ellos mismos la medida desde sus domicilios, sin la necesidad de acudir presencialmente a una consulta médica o a una óptica. Una vez realizada la medición de la PIO, los datos obtenidos son enviados y almacenados en el historial clínico del paciente, de tal manera que, si hubiera algún valor anómalo, el oftalmólogo recibirá un aviso al instante para revisarlo y/o citar al paciente si fuera necesario.

Con el desarrollo de SASTI, se busca conseguir:

- Un mayor control de la enfermedad en términos generales de salud pública.
- Una reducción considerable del gasto sanitario a través de la disminución de consultas presenciales.
- Reducción de las listas de esperas y en una mayor eficiencia del sistema sanitario y su actividad.
- Una mayor implicación del paciente en el control de su enfermedad además de un mejor conocimiento de la misma, lo que podría contribuir a una mejor adherencia al tratamiento.
- Ayudar a pacientes que no pueden acudir físicamente a la consulta por diferentes motivos, ya sean barreras físicas o fisiológicas (personas mayores, discapacitados, zonas con dispersión geográficas, etc.) acercando la atención personalizada a sus hogares.

SASTI supera el estado del arte dentro de los sistemas de telemedicina mediante el desarrollo de nuevos enfoques para la atención integrada, respaldadas por los sistemas y servicios de TIC. Por un lado, mediante el desarrollo de un tonómetro de uso doméstico y de fácil manejo; y por otro lado mediante un sistema de conexión y envío de datos al sistema de salud del País Vasco.

La duración total del proyecto es de dos años y medio, y tiene como finalidad, la creación de un tonómetro doméstico, manual y de fácil manejo, que permita al propio paciente realizar la medida de la tensión intraocular en su propio domicilio sin necesidad de acudir a la consulta del especialista. Dicho dispositivo, será prescrito por el oftalmólogo a aquellos pacientes que necesiten un control minucioso de la misma.

SASTI además estará configurado con el perfil del paciente, de tal manera que cuando se realice la toma de la tensión, el propio dispositivo detectará si la medición está bien hecha o no mediante un sistema de detección automática del ojo, compuesto por unos transmisores LED infrarrojos que dan por válida la medición si se encuentran totalmente alineados con la córnea, y a una distancia de entre cuatro y ocho milímetros de la cara. Los datos obtenidos serán volcados automáticamente a la base de datos del historial médico, por lo que el paciente no tiene que preocuparse de transcribir los datos a ningún papel ni sistema informático. Si algún dato se encuentra fuera de los rangos de normalidad, o diferentes a la presión intraocular objetivo, el sistema activará un aviso, por el cual, el médico valorará el caso y citará al paciente si fuera necesario para la revisión en consulta en función de la gravedad.

Este proyecto está alineado con la convocatoria PHC-25-2015 del programa de financiación Europeo H2020, explicada más adelante en el capítulo 4.1.2, en cuanto a un desarrollo para la atención sanitaria mediante sistemas y servicios TIC, abordando la problemática de la creciente carga de enfermedades. SASTI aplica estos desarrollos desde el punto de vista tecnológico en los siguientes dominios:

- Desarrollo de un sistema robusto que facilita el monitoreo del estado del paciente.
- Fusión, análisis e interpretación de datos de pacientes y médicos especialistas.
- Desarrollo de servicios orientados al paciente para apoyar el autocuidado y fomentar su tratamiento en caso de necesidad.

### 1.3 Estructura del trabajo

A continuación, se muestra la forma en la que se han estructurado las diferentes partes que forman este proyecto.

**Capítulo 1: Introducción del proyecto.** En este primer capítulo, se ha explicado la motivación de llevar a cabo este proyecto debido a la situación actual existente del gran número de personas con glaucoma ocular y las grandes listas de esperas que hay en la sanidad para controlar dicha enfermedad. El capítulo ha concluido con un resumen de la solución que se plantea para mejorar la situación y poder controlar la enfermedad a través de un sistema de autocontrol de la PIO desde el propio domicilio del paciente.

**Capítulo 2: Resumen de la propuesta.** El segundo capítulo se hace referencia a la descripción de la convocatoria de financiación para la que se quiere obtener los fondos. También se describe de una forma resumida, la temática del proyecto y que se quiere llevar a cabo, y se concluye con una descripción de los seis integrantes del consorcio que participan en este proyecto.

**Capítulo 3: Contexto y estado del arte.** En esta tercera sección, se explica en qué contexto se va a desarrollar el proyecto, es decir, a que público objetivo va dirigido el proyecto. También se hace un análisis de todos los tonómetros existentes en la actualidad, y de algunos de los sistemas empleados actualmente para el envío de datos clínicos.

**Capítulo 4: Propuesta según el formato de la convocatoria.** Es donde se desarrolla el proyecto siguiendo el formato que marca la convocatoria H2020. Se recoge la excelencia del proyecto, así como el impacto que supondrá, los miembros que forman el consorcio y todo el proceso de implementación. El capítulo se cierra con una sección final relativo a la ética y la seguridad.

**Capítulo 5: Conclusiones y trabajo futuro.** Para este capítulo, se recoge las conclusiones finales una vez terminado el proyecto y se explica en que otros campos se podría desarrollar en un futuro un sistema similar a SASTI.

## 2 Resumen de la propuesta

En este capítulo, se hará un resumen del proyecto donde se muestra una imagen ilustrativa para facilitar el funcionamiento del sistema SASTI. También se hará una pequeña introducción al consorcio formado para este proyecto, donde se indicará el acrónimo utilizado a lo largo del proyecto de cada uno de ellos.

### 2.1 Descripción de la convocatoria

La convocatoria elegida para este proyecto, se presenta para la Call PHC-25-2015 “Sistemas y servicios TIC avanzados para una asistencia integrada”<sup>1</sup>, dentro del programa marco RIA y perteneciente al programa de financiación Europeo H2020 publicada el 30.07.2014, y con fecha de finalización del 21.04.2015 a las 17:00 hora local en Bruselas. La relación con el programa marco se desarrolla en el capítulo 4.1.2.

### 2.2 Resumen del proyecto

SASTI es una propuesta dirigida al desarrollo de un dispositivo automático tanto en las mediciones como en la gestión de los datos obtenidos. Su finalidad se centrará fundamentalmente en el ámbito de la salud, cambio demográfico y bienestar.

Con esta propuesta se pretende conseguir financiación para la creación de un sistema de autocontrol y seguimiento de la PIO mediante el uso de las TIC y de esta manera poder prevenir la enfermedad antes de que sea tarde. Para ello se va a desarrollar un dispositivo manual y de fácil manejo, para tomar la tensión intraocular sin la ayuda de un médico especialista. Teniendo en cuenta que habrá pacientes que utilizarán el dispositivo de avanzada edad, con cierto grado de discapacidad o invalidez o simplemente, personas que vivan solas y que no estén familiarizadas con la tecnología este tonómetro tendrá un grado de autonomía suficiente como para rechazar las medidas tomadas de forma errónea y aceptar únicamente las correctas.

El proyecto no solo se basa en la creación de un dispositivo electrónico, si no que va más allá con el desarrollo en paralelo de un sistema de comunicación de envío de datos mediante wifi o 3G, que una vez desarrollado se integrará al tonómetro. De esta manera, los datos tomados serán enviados de forma automática a la base de datos del historial clínico del paciente, así el médico especialista podrá hacer seguimiento de la enfermedad, y citarlo a consulta en caso necesario. Además, dispondrá de un sistema de alarma que hará saltar un aviso en el

---

<sup>1</sup> <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/phc-25-2015>

momento en el que el software detecte valores fuera del rango de normalidad, facilitando así la labor del médico.

En la figura 1 se muestra un flujo explicativo del funcionamiento de SASTI:

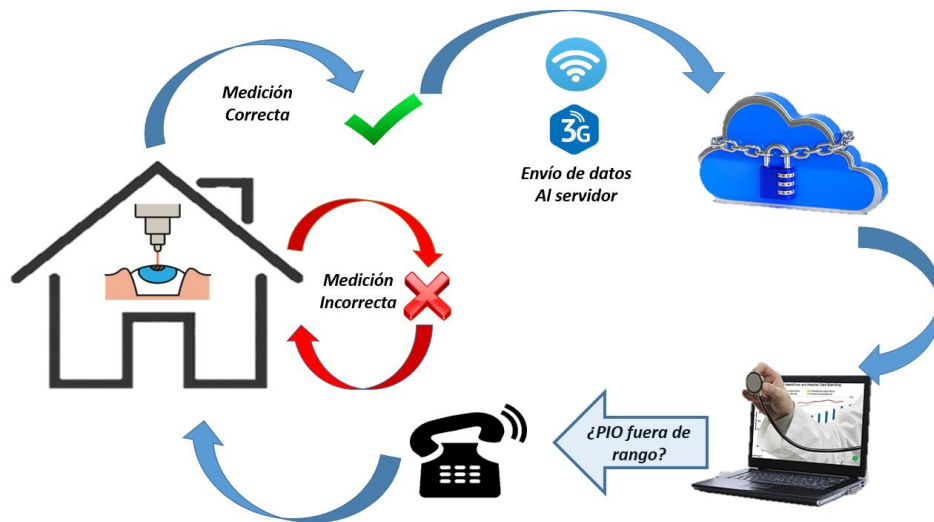


Fig. 1 Diagrama SASTI

(Fuente: Elaboración propia. Imágenes obtenidas de pngocean.com)

Gracias a SASTI se espera obtener una serie de beneficios como una reducción de las listas de espera en los hospitales, un ahorro económico en el sistema sanitario y una implicación del paciente con la enfermedad.







### 2.3 Descripción del consorcio

Para poder llevar a cabo con éxito el proyecto, es necesario formar un equipo multidisciplinar de expertos en cada una de las materias necesarias. Como bien se indica en la guía del participante Horizonte 2020 (Comisión Europea, 2014), el consorcio que forma parte de este proyecto, están compuestos por más de tres entidades jurídicas independientes entre sí, y cada una de ellas establecida en un Estado Miembro o país asociado diferente. En el caso de este proyecto, el consorcio estará formado por los países Suiza, Alemania y España.

Las diferentes empresas que forman parte del consorcio, han sido elegidas por su larga trayectoria en el sector y por la experiencia en proyectos similares. Cada uno de ellos trabajarán desarrollando una actividad específica en función de su especialidad, con la finalidad de poder desarrollar en su conjunto un objetivo común, que es la creación de un sistema de autocontrol para la presión intraocular.

En la tabla 1, se muestra un resumen de cada una de las empresas que forman el consorcio para este proyecto:

*Tabla 1 Lista de participantes en el proyecto*

LISTA DE PARTICIPANTES					
Nº	NOMBRE	LOGO	ACRÓNIMO	PAIS	¿PERTENECE A LA UE?
1	Power Medical Instruments	 Power Medical Solution	PMI	Alemania	Si
2	Silicon SW Solution		SSS	Suiza	No
3	Universidad de Oviedo	 Universidad de Oviedo	UOT	España	Si
4	Thinking Security Net		TSN	España	Si
5	Farmatec		FMT	España	Si
6	Hospital Universitario Donostia		HUD	España	Si

Nota: Según el artículo 7 del reglamento Horizonte 2020, Suiza puede participar como estado asociado desde el 15 de septiembre 2014. (Fuente: Elaboración propia)

## 3 Contexto y estado del arte

Este capítulo está dividido en 2 secciones. Una primera parte donde se explica en qué contexto se va a desarrollar el proyecto, y una segunda sección donde se hace un análisis y una comparativa tanto de los tonómetros actuales existentes en el mercado, como de algunos de los sistemas de gestión de datos clínicos que se utilizan en la medicina.

### 3.1 Contexto

Vivimos en una era totalmente tecnológica, donde todos los sectores están continuamente avanzando hacia el futuro, modernizándose en sus procesos y en sus productos. Siendo la sanidad una de las áreas más importantes del estado de bienestar, no puede quedarse atrás.

Actualmente, existe un gran número de personas con hipertensión ocular que necesitan de una supervisión constante, y de una serie de tratamientos para reducir la probabilidad de desarrollar enfermedades derivadas como el glaucoma o la pérdida permanente de la visión. Para ello es necesario hacer un seguimiento de la PIO, y la única manera para la toma de la medición, es a través de sitios especializados como una óptica o una consulta médica. Además, existen casos donde el seguimiento médico es complicado, como es algunos de los siguientes casos:

- La situación geográfica. Existen zonas rurales o de acceso complejo que convierten a la salud en un lujo.
- Personas con movilidad reducida, para las cuales acudir al centro médico más cercano o a su consulta rutinaria puede suponer un gran esfuerzo incluso en ocasiones algo imposible.
- Situaciones de catástrofes o estados de emergencia, como la que estamos viviendo actualmente con la pandemia del COVID-19<sup>2</sup>, donde el aislamiento nos obliga a salir lo mínimo indispensable, y el seguimiento médico domiciliario se convierte en la mejor opción.

Con el sistema SASTI, se conseguirá que todas estas personas que tienen dificultades para hacer un seguimiento de la enfermedad, puedan realizarlo desde sus propios domicilios,

---

<sup>2</sup> La COVID-19 es la enfermedad infecciosa causada por el coronavirus que se ha descubierto en el 2019. Se detectó por primera vez en la ciudad de Wuhan, China, en diciembre de 2019. Habiendo llegado a más de 100 territorios, el 11 de marzo de 2020 la Organización Mundial de la Salud la declaró pandemia.

siendo únicamente necesario acudir a un médico oftalmólogo cuando el dispositivo detecte una alteración en la medición de la PIO.

## 3.2 Estado del arte

En este capítulo se hace un análisis de los instrumentos existentes para la toma de la PIO, sus características, así como sus ventajas e inconvenientes. Además, se enumerarán y explicarán algunos ejemplos de sistemas que se han desarrollado y que utilizan sistemas de envío de datos y control asistencial de pacientes en su domicilio mediante el uso de las TIC, mecanismo similar al que pretende emplearse en el dispositivo SASTI.

### 3.2.1 Tonómetros.

La presión intraocular sigue siendo el principal factor desencadenante del glaucoma. Para el control de la PIO, se necesita realizar una prueba diagnóstica llamada tonometría que permite obtenerla mediante el uso de un tonómetro. El fundamento de la tonometría se basa en la relación existente entre la presión intraocular y la fuerza necesaria para deformar la córnea hasta un punto determinado.

Actualmente, existen diferentes tipos de tonómetros en función de su uso:

#### **Tonometría de aplanación**

Actualmente es el método que obtiene mayor precisión para la obtención de la PIO. Su metodología se basa en la medida indirecta de la presión intraocular (Sue.S, Clare.G & Nick. A, 2007). Para su realización, se necesita emplear unas gotas anestésicas, además de un colorante de fluoresceína, un colorante orgánico utilizado para el examen de los vasos sanguíneos del ojo, previo a la toma.

Dentro de este grupo, podemos encontrar dos importantes modelos:

##### **a) Tonómetro de Goldman**

Este tonómetro se encuentra incorporado a la lámpara de hendidura (Figura 2). Consiste en iluminar la cabeza del biprisma del tonómetro con una luz azul obtenida con un filtro cobalto, y tras aplicar una gota de colirio anestésico y una gota de fluoresceína para teñir la película lagrimal, poner en contacto el cono con la córnea y aplanarla levemente. El mando redondeado situado a un lado del tonómetro consta de una escala graduada que debe girarse

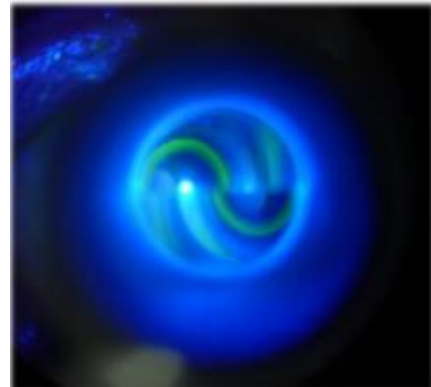
hasta que se superpongan los dos semicírculos del menisco lagrimal fluorescente como se muestra en la figura 3.

La gran ventaja de este tonómetro es su gran precisión. En cuanto a sus inconvenientes, podemos resaltar los siguientes:

- Solamente se puede utilizar asociado a una lámpara de hendidura.
- Es relativamente difícil de manejar (su curva de aprendizaje es larga).
- Pierde precisión cuando la córnea está muy deformada
- Peligro de infecciones cruzadas (al ser un tonómetro de contacto).



*Fig. 2 Tonómetro de Goldman*  
(Fuente: citymapia.com)



*Fig. 3 Semicírculos de fluoresceína*  
(Fuente: Glaucoma.org)

### **b) Tonómetro de Perkins**

El tonómetro de Perkins (figura 4), es un instrumento de mano portátil. Se basa en el principio de la tonometría de Goldmann, con la diferencia que no necesita lámpara de hendidura, por lo que es muy útil para medir la PIO en pacientes encamados o que no puedan incorporarse para sentarse frente a una lámpara de hendidura.



*Fig. 4 Tonómetro de Perkins*

*Fuente: (Visionproglobal.com)*

Los tonómetros de aplanación no son aptos para realizar la medida de la PIO en los siguientes casos:

- Pacientes con desepitelización corneal<sup>3</sup> tras una cirugía.
- Pacientes con patología corneal, conjuntivitis, ojo rojo de origen infeccioso, córnea traumática.
- Pacientes con hipersensibilidad a la fluoresceína o al anestésico tópico.
- Pacientes que les hayan realizado una cirugía refractiva.

### **Tonometría de rebote**

Consiste en la medida indirecta de la presión intraocular mediante la emisión de una sonda metálica microscópica dirigida contra la córnea; la medida de la velocidad a la cual la sonda se detiene al chocar contra la superficie corneal nos dará el valor de la presión intraocular. No requiere del empleo de anestésico ni de colorante de fluoresceína. Las medidas realizadas con este método, son bastante fiables.

Actualmente existen dos modelos que utilizan esta tecnología:

---

<sup>3</sup> Erosión o lesión que se produce en la capa externa de la córnea

**a) Tonómetro iCare®:**

Este dispositivo nació inicialmente como una herramienta experimental para determinar la PIO en pequeños animales, pero posteriormente se aplicó en humanos con muy buenos resultados.

La tonometría Icare®<sup>4</sup> (figura 5), utiliza tecnología de rebote, en la que se utiliza una sonda ligera para hacer un contacto momentáneo con la córnea central. La PIO se mide usando la tasa de desaceleración y el tiempo de contacto de la sonda que toca la córnea central. El tonómetro de rebote Icare® se usa ampliamente en las prácticas de atención pediátrica y comunitaria como una herramienta de detección para las mediciones de PIO porque el paciente no necesita anestesia y apenas nota el toque de la sonda.

Se puede aplicar en cualquier posición excepto cuando el paciente se encuentre en posición semi-acostado, ya que al inclinar el instrumento la sonda se cae.



*Fig. 5 Tonómetro Icare®*  
(Fuente: Icare.com)

**b) Tonopén**

Su funcionamiento es similar al modelo anterior. Tiene una configuración compacta en forma de lápiz. Es especialmente apto para registrar la PIO en pacientes con corneas alteradas. Se maneja con un único botón, y tiene una ergonomía que lo hace capaz de ser utilizado tanto por diestros como zurdos, con dos grandes pantallas (una a cada lado) que permiten que la lectura sea especialmente cómoda y sencilla.

---

<sup>4</sup> Página web del fabricante: [www.icaretonometer.com](http://www.icaretonometer.com)

El tonómetro TonopenAvia®<sup>5</sup> (figura 6), necesita anestesia corneal, tiene una capa protectora para el cabezal de medida, ya que el instrumento no puede ser desinfectado, pues el procedimiento dañaría el interior del mismo.



*Fig. 6 TonopenAvia®*  
(Fuente: veatchinstruments.com)

### **Tonometría de aire**

Pertenece al grupo de tonómetros de no-contacto. Se trata de una técnica no invasiva y no produce dolor cuando se realiza la medición.

Se basa en el principio de aplanación, pero en vez de utilizar un prisma, se aplica un chorro de aire hacia la córnea hasta conseguir que sufra un pequeño aplanamiento. El tiempo requerido para aplanar suficientemente la córnea se relaciona directamente con el nivel de presión intraocular. La medida de la presión de aire necesaria para aplanar la superficie de la córnea, nos dirá cuál es el valor de la presión intraocular. En la figura 7 se muestra el tonómetro de aire Pulsair Intellipuff.



*Fig. 7 Pulsair Intellipuff*  
(Fuente: Bricam medical.com)

---

<sup>5</sup> Página web del fabricante: <http://www.reichert.com/>

### **Tonómetros para la automedición**

Realizando una investigación más en profundidad en cuanto a la tecnología desarrollada en tonometría, existen dos modelos de automedición que pueden ser relevantes para este proyecto, puesto que son instrumentos ligeros, portátiles y que brindan la posibilidad de que el paciente pueda utilizarlo sin la ayuda de un especialista.

#### **a) Tonómetro Icare®HOME**

El tonómetro Icare®HOME<sup>6</sup> (figura 8), desarrollado en Finlandia, fue uno de los primeros métodos para el monitoreo de la PIO las 24horas sin necesidad de acudir al médico. Está diseñado para su uso doméstico en pacientes con glaucoma o sospechosos de patología de riesgo, que necesitan un monitoreo regular de la presión intraocular por recomendación del oftalmólogo. Permite la toma de la PIO en cualquier lugar y en cualquier momento mediante el método de medición por rebote. Además, no requiere gotas, aire o habilidades especiales para su uso.

El propio dispositivo te va indicando si la posición y el ángulo para la realización de la medida es el adecuado o no, permitiendo realizar la medida únicamente cuando esté bien posicionado. Una vez que se toma la medida, todos los datos son almacenados en el propio dispositivo, los cuales solo pueden ser visualizados por medio de un software específico.



*Fig. 8 Tonómetro Icare®HOME*  
(Fuente: Icare.com)

---

<sup>6</sup> Página web del fabricante: <https://www.icaretonometer.com/products/icare-home-tonometer/>

## b) Tonómetro palpebral

Es un sistema que, en vez de actuar directamente sobre la superficie ocular, lo hace indirectamente a través del párpado superior (Figura 9). Al no tener contacto con la córnea, no requiere anestesia ni esterilización. El dispositivo es ligero y de fácil manejo.

Sin embargo, se ha demostrado una baja reproducibilidad y una pobre correlación con las obtenidas con el tonómetro de Goldmann.

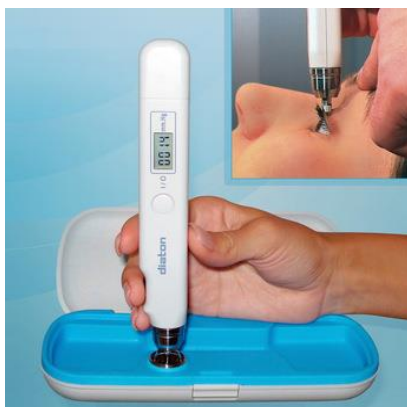


Fig. 9 Tonómetro palpebral Diaton®<sup>7</sup>

En la tabla 2, se muestra una comparativa de todos los tonómetros anteriormente explicados.

Tabla 2 Comparativa tonómetros

TONÓMETRO	TIPO DE TONOMETRÍA	USO DE FÁRMACO	RAPIDEZ DE LECTURA	REQUIERE NECESIDAD PERSONAL QUALIFICADO	NIVEL DE PRECISIÓN	PORTÁTIL
<b>GOLDMANN</b>	T. de contacto. Aplanación	ANESTÉSICO FLUORESCEÍNA	MEDIA	SI	ALTA	NO
<b>PERKINS</b>	T. de contacto. Aplanación	ANESTÉSICO FLUORESCEÍNA	MEDIA	SI	ALTA	SI
<b>ICARE</b>	T. de contacto. Rebote	NO	RÁPIDA	SI	MEDIA	SI
<b>TONOPEN</b>	T. de Aplanación.	ANESTÉSICO	RÁPIDA	SI	MEDIA	SI
<b>TONÓMETRO DE AIRE</b>	T. de no-contacto. Rebote	NO	RÁPIDA	SI	MEDIA-ALTA	NO
<b>ICARE®HOME</b>	T. de rebote.	NO	RÁPIDA	NO	MEDIA	SI
<b>PALPEBRAL</b>	T. Transparpebral.	NO	RÁPIDA	NO	BAJA	SI

(Fuente: Elaboración propia)

<sup>7</sup> Página web del fabricante: <https://tonometerdiaton.com/>

### Conclusión:

De todos los sistemas citados en la tabla, ninguno de ellos tiene el nivel de precisión que se espera de SASTI. Por otro lado, las medidas obtenidas solamente pueden ser valoradas e interpretadas por la persona que está realizando la medición en ese momento, ya sea un especialista o el propio paciente. En el caso del Icare®HOME requiere saber manejar un software complejo, mientras que SASTI, además de mostrar al momento el valor obtenido, envía automáticamente los datos al médico especialista para que pueda realizar una valoración más exhaustiva y pueda hacer un seguimiento de la PIO al momento.

### *3.2.2 Sistemas de gestión de datos médicos.*

A continuación, se hará un análisis de algunos de los sistemas utilizados en la teleasistencia más relevantes que existen en el mercado y que están relacionados con este proyecto.

### **HeartCycle**

Este sistema proporciona una solución de control de la enfermedad de circuito cerrado que podrá atender pacientes con insuficiencia cardiaca (IC) y pacientes con enfermedad coronaria (CHD), incluyendo posibles comorbilidades como hipertensión, diabetes y arritmias. Esto se logra mediante monitoreo y análisis multiparamétricos de signos vitales y otras mediciones.

El sistema HeartCycle consta de una báscula y un tensiómetro que se conecta mediante un dispositivo a la televisión del paciente. El software permite recibir los datos recogidos de peso y tensión arterial del paciente en la interfaz del personal sanitario. También contiene una serie de cuestionarios que el paciente contesta en su televisor mediante un mando a distancia. (Harald. R, Aleksandra. T & Álvaro. M-R, 2013).

La plataforma necesita por un lado el control del propio paciente sobre su tratamiento, que muestra el desarrollo y evolución de la patología, incluyendo la adherencia y efectividad del tratamiento. Al estar motivado, el cumplimiento aumentará y la salud mejorará.

Por otro lado, involucra profesionales médicos, alertándolos de la necesidad de volver a visitar el plan de atención del paciente y de sus posibles eventos adversos. El bucle profesional conecta el sistema de bucle del paciente con los sistemas de información del hospital para garantizar una atención óptima y personalizada.

## **Qoolife**

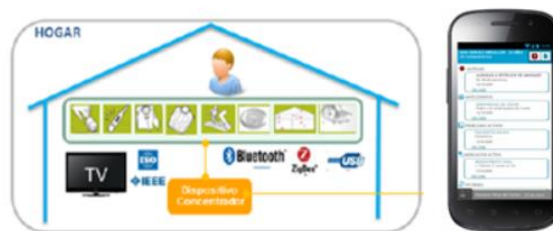
Se trata de una plataforma de telemedicina utilizada para ofrecer servicios de consulta online en el ámbito de la medicina privada. La plataforma Qoolife utiliza diferentes funcionalidades como una carpeta de salud del paciente en la nube, donde se archivan documentos clínicos y datos de seguimiento de pacientes; un servicio de consulta online que da soporte a interconsultas entre médicos y a consultas entre médicos y pacientes; y un sistema de cuestionarios de salud, donde se facilita la recogida de datos de seguimiento a lo largo del tiempo (Gonzalo. B, 2008).

## **Telea**

Es una plataforma digital de asistencia domiciliaria, la cual está integrada con sistemas de información corporativos que facilita el acceso telemático del paciente a diferentes servicios, permitiendo el control asistencial en sus domicilios.

El sistema Telea permite hacer un teleseguimiento de los pacientes crónicos y mayores por sus médicos de cabecera sin necesidad de traslados a los centros de salud (P. Perez, 2014).

Funciona introduciendo las biomedidas en la plataforma desde cualquier dispositivo (Fig. 10): PC, Smartphone, SmartTV, Tablet, etc. Desde el propio centro de salud se monitorizan estas medidas con el objetivo de alcanzar una conducta más proactiva intentando llegar a tiempo antes de que la enfermedad se descompense.



*Fig. 10 Plataforma TELEA*

(Fuente: [www.sergas.es](http://www.sergas.es))

## **Eyer**

Consiste en un dispositivo portátil que conectado a un Smartphone toma imágenes de la retina y permite detectar enfermedades del fondo del ojo a un costo mucho menor que con los métodos convencionales pudiendo además efectuar el diagnóstico vía telemedicina, a kilómetros de donde se encuentra el médico oftalmólogo.

Por delante de la cámara del celular se ubica un conjunto óptico proyectado para la iluminación y la toma de imágenes de la retina. Cuando se realizan dichas imágenes, la aplicación las envía por internet a un sistema web –denominado Eyer Cloud– que permite almacenar y administrar los exámenes de los pacientes. (Agencia Fapesp/Dicyt, 2019).

De no haber acceso a wifi o a red 3G o 4G en el momento en que se realiza el estudio, las imágenes quedan guardadas en el dispositivo para su envío a la nube tan pronto como se restablezca la conexión a internet.

El usuario de Eyer, por su parte, debe crear una cuenta en la cual se guardan automáticamente las imágenes adquiridas con el dispositivo.

Eyer permite que un técnico capacitado o un médico generalista pueda tomar las imágenes, mientras un oftalmólogo especializado las analiza y emite un informe desde otro lugar.

### **Ekure**

Plataforma de telemedicina personalizable, compuesto por software y diversos dispositivos que se pueden adaptar a las necesidades de cada cliente.

Ofrece la posibilidad de realizar exámenes médicos mediante la recopilación de datos clínicos a través de dispositivos, para que puedan ser evaluados por especialistas médicos.

También ofrece la opción mediante videoconferencia de que el paciente asista a los procesos de teleconsulta en tiempo real con un médico especialista.

Esta plataforma, permite el registro de pacientes y de los parámetros fisiológicos, los cuales pueden ser enviados vía Wifi al médico especialista para valorar las mediciones.

Hasta el momento, solo está disponible para instrumentos como estetoscopios, espirómetros, ECGs, pulsioxímetro, tensiómetros, termómetros, dermatoscopios, otoscopios y fonendoscopios (Juan Manuel, 2015).

A continuación, se muestra una tabla (tabla 3) con las principales ventajas y desventajas de cada uno de los sistemas explicados anteriormente.

Tabla 3 Ventajas y desventajas de los sistemas de monitorización

SISTEMA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<b>HeartCycle</b>	Permite monitoreo constante de algunas variables clínicas.	Los valores obtenidos necesitan ser introducidos manualmente. Solamente recogen valores de tensión y peso.
<b>Qoolife</b>	- El sistema dispone de comunicación directa con el médico especialista para cualquier consulta.  - Los datos son almacenados en un historial.	Los datos de las mediciones no se suben a la nube de manera automática.
<b>Telea</b>	Garantiza un continuo seguimiento de las mediciones realizadas por parte de la sanidad pública	Necesidad de introducción de los datos en una aplicación o web de forma manual.
<b>Eyer</b>	Los datos de cada usuario quedan registrados en una nube	Se requiere el uso de un especialista para la toma de la medida
<b>Ekuore</b>	Permite envío de datos al médico mediante wifi. Permite realizar videoconferencia con el médico en tiempo real	No disponible para ciertos dispositivos de medición como el tonómetro.

(Fuente: Elaboración propia)

Conclusión:

De todos los sistemas de envío de datos médicos citado anteriormente, ninguno de ellos dispone de envío de mediciones de PIO de manera automática y sin la necesidad de introducir los valores a ninguna otra plataforma para evaluar y contrastar los valores obtenidos. Además, SASTI dispone de un sistema de alarma con la posibilidad de avisar al médico al instante si se detecta valores fuera de rango de la normalidad.

## 4 Propuesta según formato de la convocatoria

Siguiendo la plantilla del H2020 (Incluido en el Anexo 1), en este apartado se indicarán los objetivos, tanto principales como específicos del proyecto. Se hablará de la relación con el programa marco y de la convocatoria a la que se presenta el proyecto. También se explicará la metodología del proyecto, así como la ambición y los impactos esperados, finalizando con la implementación del proyecto.

### 4.1 Excelencia

#### 4.1.1 Objetivos

El objetivo principal de este proyecto, es la creación de un tonómetro ligero, doméstico y de fácil manejo, capaz de obtener unas medidas precisas de la PIO y enviarlas mediante 3G o Wifi al historial clínico del paciente, alertando al médico especialista a través de una aplicación, en el caso de haber alguna medida fuera del rango establecido.

Para poder conseguir este objetivo, hemos establecido los siguientes objetivos específicos:

- Diseñar de un dispositivo electrónico para poder realizar las medidas de la PIO en el nuevo tonómetro.
- Conectar de forma directa y automática con el sistema sanitario de salud mediante una aplicación software para realizar la lectura de los datos.
- Establecer un sistema de comunicación entre el nuevo dispositivo y el personal médico.
- Ensamblar y encapsular la electrónica diseñada, con la antena, y comprobar que todas las partes funcionan correctamente una vez unidas.
- Desarrollar un sistema para cumplir con la confidencialidad y la anonimización de los datos obtenidos de los pacientes mediante nuevos protocolos de encriptación.
- Realizar una validación clínica de SASTI comparando los resultados obtenidos entre un tonómetro tradicional y el nuevo dispositivo, en pacientes con diferentes niveles de PIO.

#### 4.1.2 Relación con el programa marco

La convocatoria a la que se presenta este proyecto, es la Call PHC-25-2015 “Sistemas y servicios TIC avanzados para una asistencia integrada”, descrita anteriormente en el capítulo 2.1. Esta convocatoria está dentro del marco RIA (*Research and Innovation Actions*) y es de una sola etapa (*Single-stage*). Pertenece al programa de financiación de la Comisión Europea H2020, “Salud, cambio demográfico y bienestar”, clasificada dentro del pilar Retos sociales.

El objetivo de la Call PHC-25-2015, es investigar y desarrollar nuevos modelos de organización asistencial, basados en sistemas y servicios TIC, que puedan tener el potencial de responder ante la creciente carga de enfermedades crónicas. Uno de los desafíos en el rediseño de los sistemas de salud y atención, es desarrollar modelos de atención integrados que estén orientados a las necesidades de pacientes y personas mayores, cambiando de un enfoque reactivo a la atención proactiva y centrada en el paciente.

Las propuestas de esta convocatoria, deben de ir más allá del estado actual del arte en sistemas de tele-medicina, mediante el desarrollo de nuevos enfoques respaldados por los sistemas y servicios TIC. Deberán superar obstáculos tecnológicos, sociales y/o organizacionales en los distintos dominios como:

- Desarrollo de sistemas robustos, que aseguren la privacidad de los datos y que faciliten la monitorización del estado de salud de los pacientes.
- Fusión, análisis e interpretación de datos de pacientes, para mejorar la toma de decisiones entre los médicos/cuidadores y pacientes.
- Desarrollo de servicios orientados al paciente para apoyar el autocuidado y su tratamiento.

El proceso y diseño de dichos sistemas y servicios TIC, deben implicar la participación de una amplia gama de usuarios: médicos, pacientes, desarrolladores, etc. debiendo prestar la debida atención a las cuestiones éticas y de género. La validación debe proporcionar una prueba de concepto con parámetros cualitativos y medidas de éxito cuantitativas.

En cuanto al modelo de financiación, es de subvención 100%, y el presupuesto de esta Call PHC-25-2015 es de 104.500.000 €, requiriendo que los proyectos presentados tengan un presupuesto de entre 3 y 5 millones de Euros.

SASTI se adapta a esta convocatoria porque es un sistema desarrollado mediante el uso de las TICs y que se centra en dar una atención proactiva a pacientes con hipertensión ocular mediante controles periódicos de la PIO desde sus propios domicilios, con el fin de evitar padecer enfermedades como el glaucoma. Además, se conseguirán una serie de impactos de índole social y económico (desarrollado en el capítulo 4.2). Para poder llevar a cabo este proyecto se necesitará la participación de diversos profesionales como médicos oftalmólogos, ópticos, desarrolladores de aplicaciones web, ingenieros electrónicos y expertos en ciberseguridad. Por último, el presupuesto final necesario para este proyecto es de 3.041.909 € por lo que, se encuentra dentro del rango requerido en esta convocatoria.

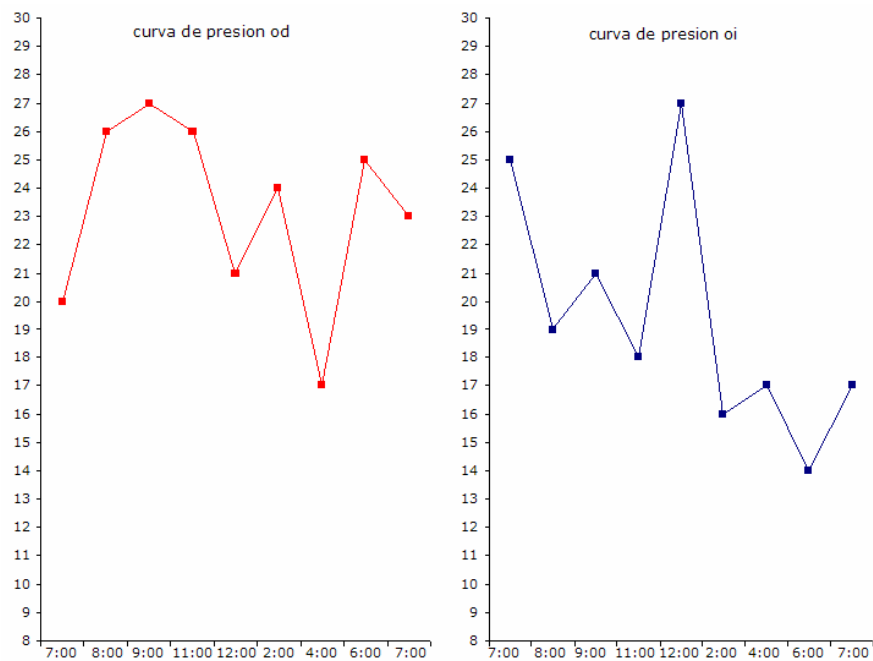
#### 4.1.3 Concepto y aproximación.

Para poder tomar la PIO, como bien se ha comentado en capítulos anteriores, es necesario el uso de tonómetros, de los cuales existen hoy en día diversos modelos en función de tamaño, modo de uso y eficacia. En la actualidad, el control de la tensión intraocular debe llevarse a cabo por personal cualificado, por lo que se debe acudir a un centro especializado, ya sea una óptica o una consulta de oftalmología para la realización del mismo. Ya han sido desarrollados tonómetros domiciliarios sin mucho éxito por la falta de precisión en sus tomas y por la falta de envío y seguimiento de las medidas obtenidas.

La mejora que se espera conseguir de SASTI frente a los dispositivos convencionales, es que el propio paciente se pueda realizar la toma de la tensión ocular desde su domicilio de la manera más fácil y eficaz posible; enviando de forma automática todas las mediciones al historial clínico del usuario para que el médico especialista pueda realizar el seguimiento oportuno.

Para que las medidas tomadas sean precisas y reproducibles, hay que tener en consideración diferentes factores que alteran el valor de la presión intraocular:

- La **edad**. La medida de la PIO puede aumentar 1 o 2 mmHg en personas mayores de 40 años (Dos Santos, Makk, Berghold, Eckhardt, & Haas, 1998).
- La **raza**. Las personas afroamericanas tienden a tener valores más elevados de PIO que las caucásicas, en cambio, puede existir un descenso de la PIO con la edad en sujetos asiáticos (Javitt et al., 1991).
- **Variación estacional**. Según un estudio realizado en China, se ha demostrado que la presión intraocular muestra una variación estacional. Las presiones intraoculares promedio en los meses de invierno fueron más altas que las de los meses de primavera, verano y otoño. La diferencia de PIO entre los meses de invierno y verano fue de 1.4 +/- 0.7 mmHg. (Qureshi et al., 1996).
- **Grosor corneal**. En caso de córnea gruesa, se considera un factor protector, ya que a la medida tomada debería restársele los mmHg correspondientes a ese grosor. En caso de córnea delgada, nos encontraríamos en la situación opuesta (Lee, Khaw, Ficker & Shah, 2002).
- **Variación diurna o circadiana**. La PIO puede variar de 2-6 mmHg a lo largo del día y la noche, presentando su valor máximo a primera hora de la mañana (Wilensky, Gieser, Dietsche, Mori & Zeimer, 2002). Esto demuestra que es importante anotar la hora de la toma de la tensión. A continuación, se muestra la variación de la PIO en diferentes horas del día (gráfica 2):



Gráfica 2 Variación de la PIO a lo largo del día

(Fuente: altavision.com)

Para el desarrollo de este proyecto, se requiere de un equipo multidisciplinar formado por seis miembros especialistas en su área. A continuación, se procede a desarrollar la metodología empleada.

Para el diseño del dispositivo, se busca que sea un tonómetro portátil, preciso, ligero y de fácil manejo. Mediante la realización de un estudio exhaustivo de todos los tonómetros que existen en el mercado, se analiza sus características principales, como tamaño, precisión y forma de obtención de la medida. Para el dispositivo SASTI, se ha optado por descartar el uso de medición por contacto para poder prescindir del uso de farmacología tópica. De esta manera y aunque no es el sistema que ha demostrado mayor precisión en sus medidas, se ha elegido el sistema de medición por aplanación de aire. Sabiendo las limitaciones que tiene, el sistema SASTI mejorará la precisión de esta medida, mediante un nuevo diseño del emisor y receptor del disparador de aire, logrando unas medidas más reales. Power Medical Instrument será la empresa elegida para desarrollar el dispositivo electrónico. También se diseñará de tal manera, que pueda ser utilizado desde cualquier parte sin necesidad de ser enchufado, gracias a la incorporación de unas baterías de litio que permiten obtener una gran autonomía.

El nuevo tonómetro deberá de ser lo suficientemente autónomo como para identificar qué valores son válidos y cuáles no. Para ello, se programará en el procesador interno del

tonómetro unos límites de PIO lo suficientemente ajustados, como para que se detecten cada una de las mediciones erróneas. Si la medición no es válida, el dispositivo te pedirá repetir la prueba hasta que ésta sea correcta.

Una de las características innovadoras que tiene el sistema SASTI, es evitar que el paciente tenga que transcribir los valores obtenidos en las diferentes mediciones. Hay que tener en cuenta que este dispositivo además de ser usado por pacientes autónomos, lo usarán personas de avanzada edad, personas que viven solas o que no disponen de la ayuda de un familiar o de la disponibilidad de un soporte electrónico para poder gestionar las mediciones obtenidas. Por lo tanto, será el propio dispositivo el que se enlace con la plataforma y gestione el traspaso de datos de forma automática. El envío de datos se podrá realizar vía Wifi o 3G mediante el uso de una tarjeta SIM para usuarios que no dispongan de conexión inalámbrica. Al no necesitar enviar imágenes, la información a procesar no requiere de gran velocidad de datos. Esto es posible gracias al desarrollo de una antena especial desarrollada para este proyecto por la escuela de telecomunicaciones de la universidad de Oviedo.

También será necesario desarrollar una aplicación web, que mediante un *parser*<sup>8</sup> volcará la información almacenada en la nube y la guardará dentro del historial de cada paciente, siendo posible acceder a dichos datos desde el propio sistema informático del servicio de oftalmología (OsabideGlobal). Se implementará un sistema de alerta para cuando algunas de las mediciones estén fuera de los rangos de normalidad, genere una alerta para que el médico lo pueda supervisar al momento, y citar al paciente a consulta si fuera necesario. De esta labor se encargará la empresa informática y experta en desarrollo de aplicaciones web Silicon SW Solution.

En paralelo, Thinking Security Net desarrollará para este proyecto, un nuevo algoritmo para encriptar toda la información que se envíe. Se utilizarán tres claves alfanuméricas diferentes (una pública y dos privadas) y que trabajarán entre sí, lo que significa que la información cifrada con uno de ellos, solo puede ser descifrado por las otras dos, dificultando así posibles hackeos y accesos indebidos a la información de los pacientes.

Una vez diseñado y desarrollado todos los sistemas mencionados anteriormente, se pretende hacer un primer prototipo que será testado por el Servicio de Oftalmología del Hospital Universitario Donostia. Para ello seleccionarán tres grupos de individuos voluntarios que presenten diferentes niveles de tensión intraocular. El primer grupo, estará formado por voluntarios sanos, es decir, individuos que no presenten ningún tipo de alteración de la tensión intraocular y que sus rangos estén dentro de los considerados como normales. El segundo

---

<sup>8</sup> Programa informático que analiza una información y la devuelve convertida en otra estructura.

grupo lo formarán pacientes con hipertensión ocular, es decir, pacientes con tensiones por encima de los límites normales, y el tercero grupo serán pacientes con glaucoma diagnosticado. A cada uno de estos pacientes se les tomará la PIO con el prototipo y seguidamente con el tonómetro de referencia, en este caso el Goldmann. Durante todo el proceso de validación, habrá una colaboración continua entre el equipo médico y cada uno de los desarrolladores, con el fin de efectuar las mejoras y versiones necesarios para poder llegar a nuestro objetivo.

#### 4.1.4 *Ambición*

Como bien se ha explicado en la parte introductoria de este proyecto, el glaucoma es la segunda causa de ceguera a nivel mundial. Al tratarse de una enfermedad silenciosa, una de las formas más comunes de detectarla de forma preventiva, es mediante la medición de la PIO a través de un tonómetro. Para ello es necesario acudir a centros especializados como ópticas y consultas de oftalmólogos, para que un experto pueda realizar la medición. Para evitar que la gente más propensa a tener la PIO elevada, tenga que acudir de forma periódica a consulta para hacer un seguimiento continuo, se pretende diseñar un dispositivo de fácil manejo para que sea el propio paciente el que se pueda realizar la medición desde su propio domicilio.

Haciendo un análisis de mercado de los diferentes dispositivos que existen actualmente registrados y patentados para la toma de la tensión intraocular desde el propio domicilio, los que más se asemejan a este proyecto son el Icare®HOME, Tono-pen AVIA® y el Tonómetro palpebral Diaton® (explicados en el apartado 1.1.2 Estado de arte). Los tres dispositivos tienen la gran característica de ser portátiles y de fácil manejo, por lo que cumplen con los requisitos del tonómetro que se quiere desarrollar, pero cuentan con dos grandes desventajas. Por un lado, la medición no es tan precisa como se requiere para este proyecto, y por otro lado y más importante, las lecturas realizadas deben ser transcritas al instante ya que los dispositivos no las memorizan, como es el caso del Tono-pen AVIA® y del tonómetro palpebral Diaton®, en cambio, el Icare®HOME sí dispone de sistema de registro de datos, pero requiere un software especial que depende de un médico especialista para la interpretación de los valores.

SASTI se presenta como una solución para todas aquellas personas que padecen de hipertensión ocular y que tienen que acudir periódicamente a un sitio especializado para la medición de la PIO, sobre todo, ayudará a aquellos pacientes que tengan una movilidad reducida o aquellos que, por motivos geográficos, les resulte difícil acudir de manera

presencial a una consulta. Dispone de todas las ventajas que se esperan de un dispositivo médico de uso doméstico: portátil, ligero, gran precisión en la obtención de las medidas. Además, al estar conectado directamente con el sistema informático utilizado en el servicio de salud del hospital de Donostia, los datos obtenidos se enviar de manera automática al historial clínico del paciente para la supervisión del oftalmólogo, para que el paciente no se tenga que preocupar de apuntar los valores obtenidos, y de realizar la tediosa tarea de traspasarlos a una aplicación en el ordenador. Si alguna de las medidas registradas en el historial del paciente, están fuera del rango de normalidad, saltará un aviso para que el médico lo supervise, y cite al paciente en el caso de ser necesario. De esta manera se podrá hacer un seguimiento y un monitoreo constante y periódico de la salud ocular del paciente.

## 4.2 Impacto

En este apartado se muestran los diferentes impactos que se esperan derivados de SASTI, y los métodos a utilizar para maximizarlos.

### 4.2.1 Impactos esperados

A continuación, se muestran los diferentes impactos tanto sociales como económicos, que se esperan conseguir una vez implementado el sistema SASTI.

Ahorro económico del sistema sanitario. El valor de una primera consulta externa presencial en un hospital público se estima en unos 206€, así como una consulta sucesiva ronda los 103€ (“Tarifas servicios sanitarios”, 2019). Con SASTI se pretende conseguir un gran ahorro a las arcas públicas ya que los pacientes no tendrían que consultar de forma presencial.

Descongestión de las consultas médicas. Gracias al nuevo dispositivo SASTI, los pacientes propensos a PIO elevadas y con riesgo de padecer glaucoma, pueden realizar sus controles diarios sin necesidad de acudir a la consulta médica, ahorrando tiempos en la realización de procesos administrativos, pruebas de medición de la PIO en la consulta, tiempo de preparación de informes por parte del oftalmólogo, etc. En el hospital de costa del Sol en Andalucía, atienden en consulta a más de 6000 pacientes al año con problemas derivados de la hipertensión (Hospital Costa del Sol, 2014), por lo que se espera una descongestión aproximada del 33,33%.

Impacto social. Se potenciará la participación y la implicación del paciente sobre su enfermedad y el control de la misma. De esta manera conseguiremos un paciente más concienciado y familiarizado con su patología. Actualmente no se tiene mucho conocimiento

ni conciencia de esta enfermedad. Según una encuesta realizada por la Fundación de Investigación sobre el Glaucoma (Glaucoma Research Foundation, 2017), indicó que:

-El 74 % de más de 1.000 personas entrevistadas informó que se somete a exámenes oculares al menos cada dos años.

-El 16 % de los afroamericanos no estaba familiarizado con el glaucoma.

-El 9 % de los caucásicos no estaba familiarizado con el glaucoma.

Y según una encuesta de Prevent Blindness America de 2002 indicó que:

-El 20 % de las personas sabía que el glaucoma estaba relacionado con la presión elevada en el interior del ojo. La mayoría pensó, erróneamente, que era posible saber si se tenía glaucoma debido a los síntomas, que era fácil de curar o que no provocaba ceguera.

-El 50 % había escuchado hablar sobre el glaucoma, pero no estaba seguro de lo que era.

-El 30 % nunca había escuchado hablar del glaucoma.

Disminución de listas de espera. Según un informe elaborado por el Instituto de Información Sanitaria y emitido por el Ministerio de Sanidad (SISLE-SNS, 2019), la segunda especialidad con más pacientes acumulados en lista de espera es oftalmología, solo superada por ginecología y obstetricia (Tabla 4).

No solamente disminuirá la lista de espera de las consultas, sino que también disminuirán las listas de espera quirúrgicas. Al obtener un diagnóstico precoz del glaucoma y al realizar un seguimiento y un control de la enfermedad, se conseguirá que un menor número de ellos deban de ser sometidos a un tratamiento quirúrgico.

Tabla 4 Lista de espera por especialidades

Total primeras consultas y especialidades básicas			
	Num pacientes pendientes por 1.000 hab.	Porcentaje con fecha asignada a más de sesenta días	Tiempo medio de espera (días)
<b>TOTAL</b>	<b>61,84</b>	<b>42,6</b>	<b>81</b>
Ginecología	2,31	25,5	45
Oftalmología	8,25	51,9	83
Traumatología	9,54	50,6	96
Dermatología	7,02	48,4	58
ORL	3,93	36,5	55
Neurología	2,39	41,4	67
C.Gral y A.Digestivo	1,93	25,9	62
Urología	2,14	36,5	79
Digestivo	2,42	41,9	65
Cardiología	1,87	34,9	61

*Nota: Se muestran el número de pacientes por especialidades en lista de espera por cada 1000 habitantes. También se muestra el porcentaje con fecha asignada a más de sesenta días, y en la última columna el tiempo de espera en días. (Fuente: [www.mscbs.gob.es](http://www.mscbs.gob.es))*

#### 4.2.2 Medidas para maximizar el impacto

##### i) **Diseminación y divulgación de los resultados**

Para conseguir maximizar el impacto del sistema SASTI, es importante hacer que el proyecto sea lo más conocido posible. Para ello, se llevará a cabo una estrategia formada por una serie de acciones a realizar durante toda la duración del proyecto (Figura 11):

1. **Logotipo.** Se empezará por la creación de un logotipo, ya que es una pieza vital de la imagen del producto que se va a desarrollar. Es la seña de identidad por la que la gente va a identificar y reconocer el dispositivo, y que nos permitirá diferenciarnos del resto de tonómetros. Para ello se elaborará un logo sencillo, original y fácil de identificar.
2. **Página web.** Imprescindible contar con una página web del proyecto desde el inicio del mismo. Se podrán encontrar información relevante al proyecto, pero preservando

siempre la confidencialidad del mismo. Se publicarán datos del proyecto como los objetivos, hitos y avances que se vayan alcanzando.

3. Folletos. Se elaborarán folletos con información sobre el proyecto y sobre el nuevo dispositivo, para repartir en diferentes congresos, workshops y conferencias.
4. Publicación en plataformas de la Comisión Europea. La CE ha puesto al servicio de la sociedad y comunidad científica, diferentes plataformas como OpenAire (<https://explore.openaire.eu/>) o Cordis News, (<https://cordis.europa.eu/news>), donde se pueden publicar noticias sobre investigación e innovación, artículos y publicaciones científicas.
5. Participación de Congresos. La sociedad española de oftalmología (SEO), programa periódicamente congresos nacionales, donde explican nuevas tecnologías y metodologías dentro del sector oftalmológico. Se participará en el congreso anual, donde se presentarán todos los avances que se vayan obteniendo en el proyecto. Por otro lado, se participará en el congreso de la sociedad europea de glaucoma, donde se explicará el proyecto y la importancia y el impacto que tiene sobre pacientes con PIO elevada.
6. Publicaciones en Newsletter. Se redactarán artículos en los boletines de suscripción de ámbito oftalmológico de la sociedad española de oftalmología, con el fin de remitir los resultados, progresos y evolución de los entregables del proyecto.
7. Publicaciones en revistas. No solamente se tiene que difundir el proyecto dentro del ámbito sanitario. En el colegio oficial de ingenieros técnicos de telecomunicación, publican mensualmente la revista @antena ([https://www2.coitt.es/index.php?page=revista\\_antena&mcod=30](https://www2.coitt.es/index.php?page=revista_antena&mcod=30)), donde se dará a conocer el proyecto desarrollando el uso de la antena creada para el nuevo tonómetro.
8. Notas de prensa. Necesario para difundir las publicaciones relevantes del proyecto y que lleguen a la mayoría de lectores posibles. Se publicarán artículos en los periódicos con más tirada nacional.
9. Publicaciones en canales científicos. Se utilizarán canales de publicación de ámbito científico de gran prestigio como *Ophthalmology* (<https://www.aaojournal.org/>).

10. Patente. Se patentará el prototipo final para obtener los derechos exclusivos de la explotación comercial.



Fig. 11 Cronograma de diseminación y divulgación de los resultados.

(Fuente: elaboración propia)

## ii) Actividades de comunicación

Una vez iniciado el proyecto, el objetivo final es dar a conocer el nuevo producto tanto a pacientes lo necesiten como a todos los profesionales del sector. Para ello se emplearán diferentes herramientas de comunicación como, por ejemplo:

-Redes sociales. Son los canales de comunicación más potentes hoy en día gracias a su inmediatez y capacidad de actuación. Gracias a éstas, se puede estar informado en todo momento y preguntar sobre dudas que se tengan acerca del uso del nuevo tonómetro de manera rápida y eficaz. Se utilizarán los que tienen más éxito entre la población, como son Facebook ([www.facebook.com/](http://www.facebook.com/)) y Twitter ([www.twitter.com/](http://www.twitter.com/)).

Redes sociales científicas. Son comunidades científicas que utilizan tecnologías participativas y comunicativas para el intercambio de información. Para el proyecto, utilizaremos researchgate ([www.researchgate.net/](http://www.researchgate.net/)), para potenciar las relaciones entre especialistas y poder acelerar nuestra distribución del proyecto.

-Congresos y eventos. Organizar eventos siempre es una oportunidad de reunir profesionales o interesados en el mundo de la salud. Además, permite dar a conocer los productos a un gran número de personas. A continuación, se muestran los eventos más importantes relacionados con los sectores de nuestro consorcio:

- [Congreso sociedad oftalmológica del norte de España](#) (SONE).
- [Congreso Sociedad Española de oftalmología](#) (SEO).
- [Congreso Sociedad Español de glaucoma](#) (SEG).
- [Congreso sociedad Europea de oftalmología](#) (SOE).
- [World oftalmologic congress](#) (WOC).
- [Mobile world congress](#) (MWC)

- Feria MedTec<sup>9</sup>

## 4.3 Implementación

En este capítulo se mostrarán y se explicará en qué consisten todos los paquetes de trabajo, identificando las diferentes tareas y entregables para cada uno de ellos. Se representará de forma gráfica el cronograma del proyecto por medio de un Gantt, así como las dependencias entre tareas mediante un diagrama Pert. Por último, se hablará del consorcio en su conjunto y de los recursos necesarios para la elaboración del proyecto.

### 4.3.1 Paquetes de trabajo, entregables e hitos

Para éste capítulo, se han empleado las siguientes siglas:

**WP:** *Work package* o paquete de trabajo.      **T:** Tarea o descripción del trabajo.

**D:** *Deliverable* o entregable

**M:** Meses de duración de cada tarea.

**L:** Líder de la tarea

**P:** Participantes en el paquete de trabajo.

**H:** Hito

Este proyecto tiene una duración total de treinta meses, donde la planificación se ha organizado en diferentes paquetes de trabajo (WP). El primer WP es de gestión del propio proyecto, los seis siguientes pertenecen a paquetes de trabajo científico-tecnológicos, y el último de diseminación. A continuación, se muestra un breve resumen de cada uno de los paquetes de trabajo:

**1) Gestión del proyecto.** Orientado a temas administrativos, legales y financieros del proyecto. En esta etapa se coordinarán los recursos disponibles y se gestionará todos los cambios que irán surgiendo en el proyecto. Tendrá lugar durante toda la duración del proyecto y estará liderado por FMT, empresa experta en diseño y desarrollo de equipos médicos electrónicos.

**2) Diseño y desarrollo electrónico del tonómetro.** Este paquete de trabajo liderado por la empresa experta en fabricación de dispositivos médicos PMI, consistirá en diseñar y crear el componente electrónico del nuevo tonómetro en función de los requisitos establecidos. Para ello se elaborará un primer prototipo, que una vez analizado y validado con pacientes, se mejorará en una segunda versión.

**3) Desarrollo del sistema de comunicación.** UOT liderará este paquete de trabajo. Cuenta con gran experiencia desarrollando proyectos sobre antenas en diferentes ámbitos. Será

---

<sup>9</sup>Medtec es la feria de diseño y fabricación de dispositivos médicos más grande de Asia y es una oportunidad única para mostrar sus tecnologías y productos a los fabricantes de dispositivos médicos

necesario para el diseño y la fabricación de una antena especial acorde a las dimensiones del tonómetro para poder realizar el envío de datos desde el tonómetro al servidor del hospital. Se podrá realizar por vía wifi o por conexión 3G para los casos en los que no se disponga de conexión a internet.

**4) Desarrollo del software.** Dedicado a la creación de una aplicación web para que los datos obtenidos con el nuevo dispositivo, se puedan volcar directamente en el historial del paciente y que el médico especialista pueda visualizar la información desde el sistema informático utilizado por el servicio de salud. Este paquete de trabajo estará liderado por SSS, empresa informática con amplia experiencia desarrollando sistemas de aplicación web.

**5) Protección de datos.** Indispensable para manejar información confidencial de los pacientes. La empresa TSN, líder en el sector en el ámbito de la seguridad informática, se encargará de desarrollar un sistema de encriptación especial basados en funciones matemáticas complejas para garantizar la seguridad y de la anonimización de los datos de los pacientes. También se elaborará un proceso para salvaguardar la información de forma segura.

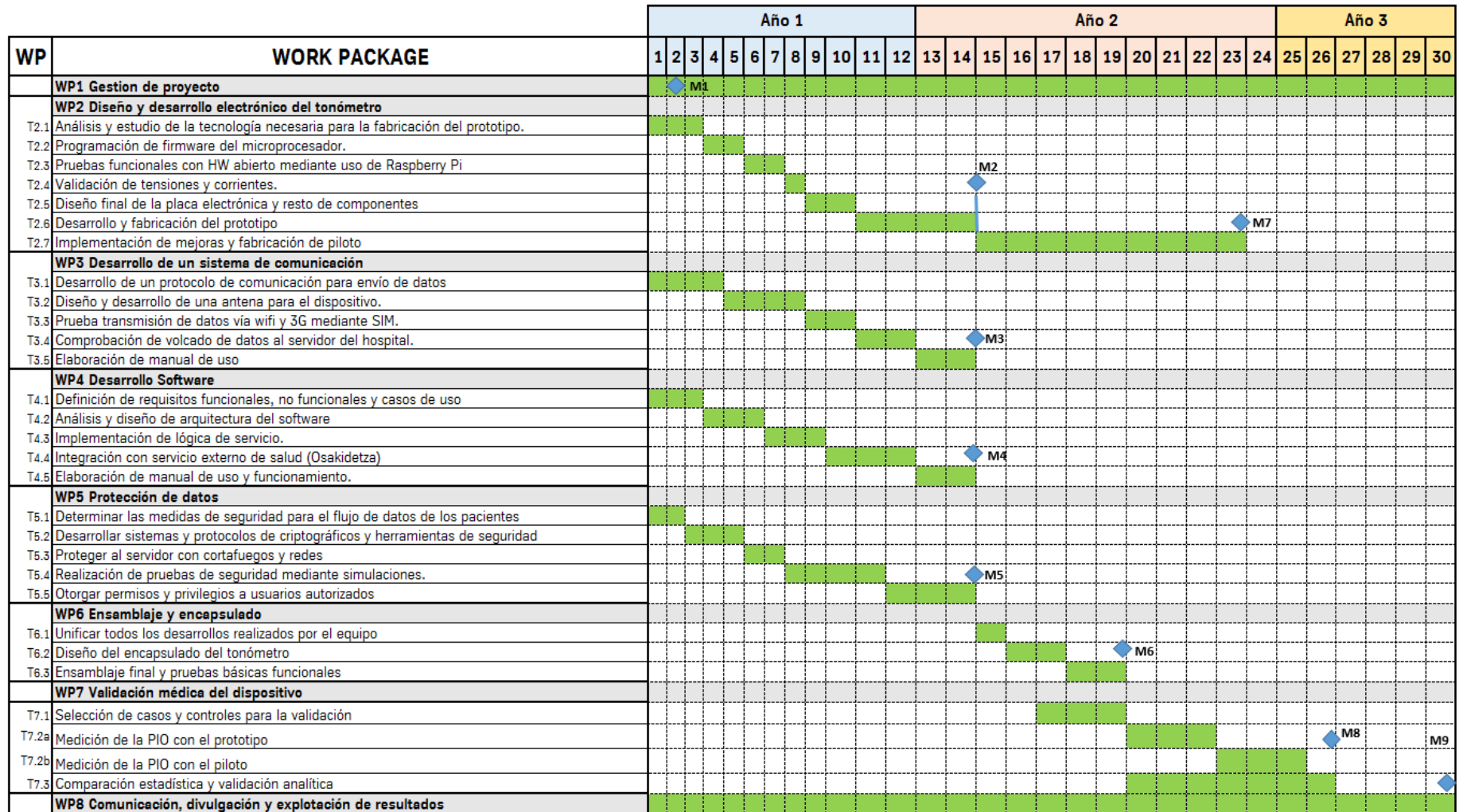
**6) Ensamblaje y encapsulado.** Esta etapa se centrará en unificar todos los trabajos elaborados por cada una de los diferentes integrantes del consorcio, y ensamblarlo en un único producto final para poder realizar su validación y su posterior comercialización. Este paquete de trabajo se centralizará en la farmacéutica FMT, con amplia experiencia en fabricación y comercialización de dispositivos médicos.

**7) Validación médica del dispositivo.** HUD será el participante que realizará la validación del nuevo tonómetro en el hospital con pacientes con diferentes grados de PIO. Cuenta con gran número de estudios y validaciones realizadas con diferentes dispositivos médicos. Para la validación, se utilizará el tonómetro de Goldman como instrumento de referencia. Una vez terminado, se elaborará un informe con los resultados obtenidos.

**8) Comunicación, divulgación y explotación.** Último paquete de trabajo donde se centrará en la diseminación del proyecto: divulgación de todo el proceso realizado, hitos alcanzados, marketing y comercialización del tonómetro. Este paquete de trabajo estará activo durante toda la vida del proyecto y lo liderará HUD.

En la tabla 5, se muestra un cronograma donde se puede ver el desglose de tareas de cada uno de los paquetes de trabajo y la duración y dependencias de cada una de ellas. También se puede ver los distintos paquetes de trabajo, con sus objetivos, principales tareas y entregables (tablas 6-13).

Tabla 5 Diagrama de Gantt



Desglose de paquetes de trabajo con su duración a lo largo del proyecto. (Fuente: Elaboración propia)

Tabla 6. Descripción correspondiente al paquete de trabajo 1

Nº paquete de trabajo	WP1	Líder			Farmatec (FMT)		
Título del paquete de trabajo	Gestión de proyecto (M01-M30)						
Participantes	1-PMI	2-SSS	3-UOT	4-TSN	5-FMT	6-HUD	Total
Personas/mes por participantes	1	1	1	1	2,5	1	7,5
<b>Objetivos</b>							
Gestionar el desarrollo de cada uno de los paquetes para conseguir el objetivo del proyecto. Para ello se tendrá que llevar acciones de planificación, organización, seguimiento y control, coordinación y cierre del proyecto.							
<b>Descripción del trabajo</b>							
T1.1. Asuntos contractuales, administrativos, legales y financieros (M01-M03). <b>L: FMT</b> Elaboración de toda la documentación burocrática necesaria para arrancar el proyecto. También será necesario definir los derechos de propiedad intelectual para la patente.							
T1.2 Organización del consorcio (M03-M12). <b>L: FMT; P= PMI; SSS; UOT; TSN; HUD</b> Firma de acuerdo para establecer derechos y obligaciones de forma mutua entre los participantes. En este documento se detallará la gestión del proyecto, distribución del presupuesto, temas de Confidencialidad, etc.							
T1.3 Comunicación con la Comisión Europea relativo a la documentación necesaria. (M13-M30). <b>L: FMT</b> Gestionar todo tipo de documentación y comunicación con la CE.							
<b>Entregables</b>							
D1.1 Consortium agreement (M02).							
D1.2 Informe de la formación del consorcio y sus principales tareas (M04).							
D1.3 Documentación del cierre del proyecto (M30).							

(Fuente: Elaboración propia a partir de Tabla 3.1a H2020).

Tabla 7 Descripción correspondiente al paquete de trabajo 2

Nº paquete de trabajo	WP2	Líder			Power Medical Instrument (PMI)	
Título del paquete de trabajo	Diseño y desarrollo electrónico del tonómetro (M01-M23)					
Participantes	1-PMI	2-SSS	3-UOT	5-FMT	Total	
Personas/mes por participantes	3	1	2	1,25	7,25	
<b>Objetivos</b>						
Desarrollo y creación del componente electrónico del nuevo dispositivo capaz de realizar las mediciones de la tensión intraocular. Se definirán los requisitos funcionales necesarios para llevarlo a cabo y se realizarán las pruebas eléctricas finales.						
<b>Descripción del trabajo</b>						

- T2.1 Análisis y estudio de la tecnología necesaria para la fabricación del prototipo. (M01-M03). **L: PMI**  
Estudio previo de los requerimientos establecidos y recopilación de componentes y materiales necesarios para su fabricación.
- T2.2 Programación de firmware del microprocesador. (M04-M05). **L: PMI/ P: SSS; UOT**  
Creación del código fuente del micro del tonómetro para su funcionamiento. Para ello se necesitará la participación de UOT y de la empresa informática SSS para trabajar en conjunto.
- T2.3 Pruebas funcionales con hardware abierto mediante uso de Raspberry Pi (M06-M07). **L: PMI/ P: UOT**  
Para realizar las primeras pruebas funcionales sin tener el diseño final, se empleará una placa de inserción para evitar construir PCBs de prueba. También se empleará una Raspberry Pi para las diferentes funciones.
- T2.4 Validación de tensiones y corrientes (M08). **L: PMI**  
Una vez realizado todo el montaje provisional anterior, se validarán su funcionamiento y los distintos valores de tensiones y corrientes.
- T2.5 Diseño final de la placa electrónica y resto de componentes (M09-M10). **L: PMI/ P: FMT; UOT**  
Cuando todas las pruebas anteriores estén validadas, se necesitará diseñar el tamaño de la placa y la distribución de componentes. Para esta tarea, se necesitará la colaboración de UOT, que aportará sus requisitos para la colocación de la antena, y de FMT, para que el ensamblaje final sea compatible con el resto de componentes.
- T2.6 Desarrollo y fabricación del prototipo (M11-M14). **L: PMI**  
Se centrarán en la fabricación de un primer prototipo que será validado en el hospital con pacientes voluntarios.
- T2.7 Implementación de mejoras y fabricación del piloto (M14-M23). **L: PMI**  
En función de los valores obtenidos en el prototipo, y del *feedback* recibido por parte del hospital, se implementarán unas mejoras y se fabricará una segunda versión mejorada (piloto).

#### Entregables

- D2.1 Listado de componentes necesarios para la construcción del dispositivo (M03).
- D2.2 Archivo que contemple el código del microprocesador (M05).
- D2.3 Informe con el protocolo de pruebas y sus resultados (M07).
- D2.4 Informe de registro de valores (M08).
- D2.5 Documento con el Lay-out de la placa y componentes electrónicos (M10).
- D2.6 Entrega de la primera versión prototipo del dispositivo electrónico (M14).
- D2.7 Entrega del piloto del dispositivo electrónico con una versión mejorada (M23).

(Fuente: Elaboración propia a partir de Tabla 3.1a H2020).

Tabla 8 Descripción correspondiente al paquete de trabajo 3

Nº paquete de trabajo	WP3	Líder		Escuela Ingeniería Telecomunicaciones Universidad Oviedo (UOT)		
Título del paquete de trabajo	Desarrollo de un sistema de comunicación (M01-M14)					
Participantes	1-PMI	2-SSS	3-UOT	4-TSN	6-HUD	Total
Personas/mes por participantes	1	1	3,5	1	1	7,5
<b>Objetivos</b>						
Este paquete de trabajo, tiene como objetivo la creación de un sistema de comunicación y envío de datos. Consistirá en hacer que las mediciones tomadas con el tonómetro desde cualquier domicilio, se envíen a una base de datos por vía Wifi o 3G, de tal manera que los médicos especialistas puedan tener acceso en cualquier momento.						
<b>Descripción del trabajo</b>						

- T3.1 Desarrollo de un protocolo de comunicación para envío de datos. (M01-M04). **L: UOT/ P:TSN**  
Se desarrollará un sistema de comunicación de datos basado en comunicación 3G y wifi para poder vincular el nuevo dispositivo con el servidor. Al transmitir solamente datos, no se necesita de gran velocidad ni capacidad de datos.
- T3.2 Diseño y desarrollo de una antena para el dispositivo. (M05-M08). **L: UOT/ P:PMI**  
Para poder enviar los datos obtenidos de las mediciones, es necesario el uso de una antena que irá incorporada al dispositivo. Al tener que adaptarse a las características físicas del nuevo tonómetro, es necesario desarrollar una nueva antena.
- T3.3 Prueba transmisión de datos vía wifi y 3G mediante SIM. (M09-M10). **L: UOT**  
Una vez que se tiene toda la parte hardware y software, se realiza una prueba de comunicación para garantizar que los datos se envían por ambas vías: 3G y Wifi.
- T3.4 Comprobación de volcado de datos al servidor del hospital. (M11-M12). **L: UOT/ P:HUD; SSS**  
Es importante garantizar que los datos que se envíen al servidor del hospital, lleguen íntegros y sin pérdida de información. Para ello se harán diferentes pruebas utilizando ambas vías de comunicación.
- T3.5 Elaboración de manual de uso (M13-M14). **L: UOT**  
Una vez garantizado con todos los procesos son robustos y funcionan a la perfección, es necesario registrarlo todo en manuales de uso para poder consultarlo.

#### Entregables

- D3.1 Flujo de diagrama del protocolo (M04).
- D3.2 Documento con las características de la antena diseñada (M08).
- D3.3 Informe de resultado de las pruebas. (M10).
- D3.4 Informe de resultado de volcado de datos. (M12).
- D3.5 Manual de uso para su funcionamiento. (M14).

(Fuente: Elaboración propia a partir de Tabla 3.1a H2020).

Tabla 9 Descripción correspondiente al paquete de trabajo 4

Nº paquete de trabajo	WP4	Líder			Silicon SW Solution (SSS)	
Título del paquete de trabajo	Desarrollo Software (M01-M14)					
Participantes	1-PMI	2-SSS	3-UOT	4-TSN	6-HUD	Total
Personas/mes por participantes	1	2,5	1	1	1,5	7
Objetivos	Diseño y desarrollo de una aplicación software para el control y volcado de datos obtenidos de las mediciones, e integrarlo en el sistema actual utilizado por el servicio de salud del hospital de Donostia.					
Descripción del trabajo						

T4.1 Definición de requisitos funcionales, no funcionales y casos de uso (M01-M03). <b>L: SSS</b> Definir los requisitos funcionales de la aplicación en función de los datos a manejar.
T4.2 Análisis y diseño de arquitectura del software (M04-M06). <b>L: SSS/ P: UOT</b> Diseñar la arquitectura lógica del software, definiendo los componentes que se tienen que llevar a cabo en tareas de computación, interfaces y comunicación entre ellos.
T4.3 Implementación de lógica de servicio. (M07-M09). <b>L: SSS/ P: PMI; UOT</b> Creación de código fuente de programación para la creación de la aplicación. Se necesitará la colaboración de la empresa PMI para tener en cuenta el código utilizado en el procesador del dispositivo, y de UOT para que el software pueda enviar los datos.
T4.4 Integración con servicio externo de salud (Osakidetza) (M10-12). <b>L: SSS/ P: HUD; TSN</b> Una vez creada y validada la aplicación, es necesario integrarlo con la plataforma informática del servicio de salud y realizar las pruebas pertinentes. Para ello contará con la participación del departamento de informática de HUD y de TSN para garantizar la seguridad de los datos.
T4.5 Elaboración de manual de uso y funcionamiento. (M13-M14). <b>L: SSS</b> Todo lo desarrollado anteriormente, será documentado en forma de manual para poder consultar en cualquier momento.
<b>Entregables</b>
D4.1 Informe con los requisitos y casos de uso encontrados (M03).
D4.2 Diagrama de clases y modelo de dominio (M06).
D4.3 Demo de funcionamiento. (M09).
D4.4 Informe de resultados de la prueba de integración y aceptación (M12).
D4.5 Manuales de uso(M14).

(Fuente: Elaboración propia a partir de Tabla 3.1a H2020).

Tabla 10 Descripción correspondiente al paquete de trabajo 5

Nº paquete de trabajo	WP5	Líder	Thinking Security Net (TSN)		
<b>Título del paquete de trabajo</b>	Protección de datos (M01-M14)				
<b>Participantes</b>	<b>2-SSS</b>	<b>3-UOT</b>	<b>4-TSN</b>	<b>6-HUD</b>	<b>Total</b>
<b>Personas/mes por participantes</b>	1	1,5	2,5	1	6
<b>Objetivos</b>					
Desarrollo de un nuevo sistema de encriptación alfanumérica para asegurar la anonimización y trazabilidad de los datos durante su transmisión, garantizando el almacenamiento de los datos en un servidor de manera segura.					
<b>Descripción del trabajo</b>					
T5.1 Determinar las medidas de seguridad para el flujo de datos de los pacientes (M01-M02). <b>L: TSN</b> Realizar un análisis de los datos a manejar y determinar la mejor manera de procesarlos.					
T5.2 Desarrollar nuevo sistema de protocolo y herramientas de seguridad (M03- M05). <b>L: TSN/ P:SSS; UOT.</b> Desarrollar el nuevo protocolo basado en sistemas de encriptación alfanuméricas para garantizar la mayor seguridad de los datos. Para ello necesitará la colaboración de UOT y de la empresa informática SSS para dar a conocer este sistema y lo tengan en cuenta para sus desarrollos.					
T5.3 Proteger al servidor con cortafuegos y redes VPN (M06-M07). <b>L: TSN/ P:UOT</b> Para garantizar la seguridad de los datos, es necesario proteger la información y bloquear accesos no autorizados a la base de datos.					

T5.4 Realización de pruebas de seguridad mediante simulaciones. (M08-M11). **L: TSN/P:HUD**

Una vez implementado todo el sistema desarrollado anteriormente, se necesitarán hacer pruebas simulada con datos reales.

T5.5 Otorgar permisos y privilegios a usuarios autorizados. (M12-M14). **L: TSN.**

Se necesitará una lista con los usuarios que necesitan tener autorización de acceso, para que se les otorgue un usuario y una contraseña. Por último, se hará una prueba aleatoria de verificación para garantizar que las personas que no dispongan de autorización, no puedan acceder a la base de datos.

#### Entregables

D5.1 Flujo de diagrama del proceso de funcionamiento (M02).

D5.2 Aplicación funcional (M05).

D5.3 Informe de puertos admisibles y redes VPN. (M07).

D5.4 Informe de resultado de las pruebas. (M11).

D5.5 Listado de usuarios autorizados (M14).

(Fuente: Elaboración propia a partir de Tabla 3.1a H2020).

Tabla 11 Descripción correspondiente al paquete de trabajo 6

Nº paquete de trabajo	WP6	Líder	Farmatec (FMT)	
Título del paquete de trabajo	Ensamblaje y encapsulado (M15-M19)			
Participantes	1-PMI	3-UOT	5-FMT	Total
Personas/mes por participantes	1	1	3	5
<b>Objetivos</b>				
Centralizar todas las partes desarrolladas por los diferentes miembros del equipo, ensamblarlas y conseguir un producto final y compacto para la realización de las pruebas.				
<b>Descripción del trabajo</b>				
T6.1 Unificar todos los desarrollos realizados por el equipo (M15). <b>L: FMT/ P: PMI; UOT</b> Reunir todos los diseños realizados por cada uno de los integrantes (electrónica, software, antena, etc.), para estudiar las características y requisitos necesarios del encapsulado (tamaño, distribución, resistencia del encapsulado, materiales, etc).				
T6.2 Diseño del encapsulado del tonómetro (M16-M17). <b>L: FMT /P: PMI; UOT.</b> Diseñar la parte mecánica del dispositivo en función de la parte electrónica y de la antena diseñada.				
T6.3 Ensamblaje final y pruebas básicas funcionales (M18-M19). <b>L: FMT.</b> Comprobar que el ensamblaje diseñado, cumple con las especificaciones y que permite al resto de componentes funcionar sin ningún tipo de problemas. Una vez verificado su correcto funcionamiento, se entregará al hospital para la realización del ensayo clínico.				
<b>Entregables</b>				
D6.1 Documento con las características de diseño de cada integrante (M15).				
D6.2 Planos y lista de materiales (M17).				
D6.3 Informe de resultado de las pruebas y entrega del tonómetro (M19).				

(Fuente: Elaboración propia a partir de Tabla 3.1a H2020).

Tabla 12 Descripción correspondiente al paquete de trabajo 7

Nº paquete de trabajo	WP7	Líder			Hospital Universitario Donostia (HUD)		
Título del paquete de trabajo	Validación médica del dispositivo (M17-M26)						
Participantes	1-PMI	2-SSS	3-UOT	4-TSN	5-FMT	6-HUD	Total
Personas/mes por participantes	1	1	1	1	1	3,5	8,5
<b>Objetivos</b>							
Realización de una validación clínica mediante la selección de pacientes con diferentes niveles de presión intraocular (incluyendo voluntarios sanos normotensos), para posteriormente realizar una comparación de mediciones mediante el uso de tonómetros tradicionales de gran precisión, con el nuevo dispositivo desarrollado. Tras el estudio, se emitirá un informe estadístico.							
<b>Descripción del trabajo</b>							
<p>T7.1 Selección de casos y controles para la validación (M17-M19) <b>L:HUD</b> Para ello se seleccionarán pacientes con diferentes niveles de PIO: asintomáticos y normotensos, pacientes con hipertensión ocular y pacientes con glaucoma diagnosticado</p> <p>T7.2a Medición de la PIO con el prototipo (M20-M22) <b>L:HUD/P:PMI;SSS;UOT; FMT;TSN</b> Se realizará una primera toma de PIO a todos los pacientes con dispositivos tradicionales de alta eficiencia y con la primera versión del prototipo del nuevo dispositivo. Importante realizarlo a la misma hora y en mismas condiciones. En esta tarea participarán todos los implicados, para comprobar durante la prueba, todo lo desarrollado por cada uno de ellos funciona correctamente según los requerimientos establecidos. Habrá siempre una comunicación continua entre todos los participantes para conseguir el producto de una forma eficaz.</p> <p>T7.2b Medición de la PIO con el piloto (M23-M25) <b>L:HUD/P:PMI;SSS;UOT; FMT;TSN</b> Se realizará el mismo proceso con la segunda versión mejorada del tonómetro (piloto).</p> <p>T7.3 Comparación estadística y validación analítica (M20-M26). <b>L:HUD/ P:PMI;SSS;UOT; FMT;TSN</b> Se compararán los valores obtenidos utilizando como referencia los del tonómetro de Goldman. Se considerarán valores admitidos aquellos comprendidos entre 2 y 22 mmHg.</p>							
<p>D7.1 Registro de pacientes con sus patologías clínicas (M19)</p> <p>D7.2 Informe de valores obtenidos con ambos tonómetros (M25)</p> <p>D7.3 Informe estadístico con la comparación de valores utilizando ambos dispositivos (M26)</p>							

(Fuente: Elaboración propia a partir de Tabla 3.1a H2020).

Tabla 13 Descripción correspondiente al paquete de trabajo 8

Nº paquete de trabajo	WP8	Líder			Hospital Universitario Donostia (HUD)		
Título del paquete de trabajo	Comunicación, divulgación y explotación de resultados (M01-M30)						
Participantes	1-PMI	2-SSS	3-UOT	4-TSN	5-FMT	6-HUD	Total
Personas/mes por participantes	1	1	1	1	2	3	9
<b>Objetivos</b>							
Comunicación con todos los miembros del proyecto sobre todas las actividades del proyecto y de los hitos alcanzados.							
Divulgación los avances del proyecto dentro del sector hospitalario y finalmente comercialización del nuevo tonómetro.							
Explotación de los resultados del proyecto.							

<b>Descripción del trabajo</b>
<p>T8.1 Creación de una imagen corporativa del proyecto(M01). <b>L:FMT</b> Se elaborará un logotipo que se utilizará como imagen corporativa del prototipo.</p> <p>T8.2 Realizar un plan de comunicación del proyecto (M01-M02) <b>L:HUD/ P:FMT</b> Se creará una página web donde se publicarán avances del proyecto y todos los hitos que se vayan alcanzando, preservando siempre la confidencialidad del proyecto. De esta manera se le podrá dar visibilidad al proyecto durante su ejecución.</p> <p>T8.3 Divulgación del proyecto (M01-M30). <b>L:HUD/ P:FMT</b> Se realizará mediante publicaciones en diferentes medios y mediante la participación de eventos y congresos del sector. También se realizará la publicación de la patente.</p>
<p>D8.1 Entrega del logotipo del proyecto (M01).</p> <p>D8.2 Página web del proyecto.(M02).</p> <p>D8.3 Plan de divulgación del proyecto (M10).</p>

(Fuente: Elaboración propia a partir de Tabla 3.1a H2020).

A continuación (tabla 14), se muestra la tabla resumen de todos los paquetes de trabajos, con los líderes correspondientes y las fechas de inicio y fin de cada una de ellas.

Tabla 14 Lista de paquetes de trabajos

<b>Nº WP</b>	<b>Título del paquete de trabajo</b>	<b>Nº Líder</b>	<b>Líder</b>	<b>Personas-Meses</b>	<b>Fecha Inicio</b>	<b>Fecha fin</b>
WP1	Gestión de proyecto	5	FMT	7,5	M01	M30
WP2	Diseño y desarrollo electrónico del tonómetro	1	PMI	7,25	M01	M23
WP3	Desarrollo de un sistema de comunicación	3	UOT	7,5	M01	M14
WP4	Desarrollo Software	2	SSS	7	M01	M14
WP5	Protección de datos	4	TSN	6	M01	M14
WP6	Ensamblaje y encapsulado	5	FMT	5	M15	M19
WP7	Validación médica del dispositivo	6	HUD	8,5	M17	M26
WP8	Comunicación, divulgación y explotación de resultados	6	HUD	4	M01	M30

Nota: (Fuente: Elaboración propia a partir de Tabla 3.1b H2020).

La siguiente tabla (tabla 15), se puede ver la lista de todos los entregables del proyecto de cada uno de los paquetes de trabajo.

Tabla 15 Listado de entregables

Nº	Título del entregable	Nº WP	Líder	Tipo	Nivel Diseminación	Fecha entregable
D1.1	<i>Consortium agreement</i>	1	FMT	R	CO	M02
D1.2	Informe de la formación del consorcio	1	FMT	R	PU	M04
D1.3	Documentación del cierre del proyecto	1	FMT	R	PU	M30
D2.1	Listado de componentes del tonómetro	2	PMI	R	CO	M03
D2.2	Archivo con el código del microprocesador	2	PMI	OTROS	CO	M05
D2.3	Informe con protocolo de pruebas y resultados	2	PMI	R	CO	M07
D2.4	Informe con registro de valores	2	PMI	R	CO	M08
D2.5	Lay-out de la placa electrónica	2	PMI	DEM	CO	M10
D2.6	Entrega del primera versión prototipo	2	PMI	DEM	CO	M14
D2.7	Entrega del piloto del dispositivo electrónico con una versión mejorada	2	PMI	DEM	PU	M23
D3.1	Flujo de diagrama del protocolo de comunicación	4	UOT	OTROS	PU	M04
D3.2	Documentación características de la antena	4	UOT	R	PU	M08
D3.3	Informe resultado de pruebas	4	UOT	R	CO	M10
D3.4	Informe de resultado del volcado de datos	4	UOT	R	CO	M12
D3.5	Manual de uso	4	UOT	R	PU	M14
D4.1	Informe con requisitos y casos de uso	3	SSS	R	CO	M03
D4.2	Diagrama de clases y modelo de dominio	3	SSS	OTROS	CO	M06
D4.3	Demo de funcionamiento	3	SSS	DEM	CO	M09
D4.4	Informe de resultados de la prueba de integración y aceptación	3	SSS	R	CO	M12
D4.5	Manuales de uso y funcionamiento del sistema	3	SSS	R	PU	M14
D5.1	Flujo de diagrama del protocolo de funcionamiento	5	TSN	OTROS	CO	M02
D5.2	Aplicación funcional	5	TSN	OTROS	CO	M05
D5.3	Informe de puertos admisibles y redes VPN	5	TSN	R	CO	M07
D5.4	Informe resultado de pruebas	5	TSN	R	CO	M11
D5.5	Listado de usuarios autorizados	6	TSN	R	CO	M14
D6.1	Documento con características de cada diseño	6	FMT	R	CO	M15
D6.2	Planos y lista de materiales	6	FMT	DEM	CO	M17
D6.3	Informe de resultado de las pruebas y entrega del tonómetro	6	FMT	R	CO	M19
D7.1	Registro de pacientes con sus patologías clínicas	6	HUD	R	CO	M19
D7.2	Informe de valores obtenidos con ambos tonómetros	6	HUD	R	CO	M25
D7.3	Informe estadístico de la comparativa	6	HUD	R	CO	M26

D8.1	Entrega logotipo del proyecto	6	FMT	OTROS	PU	M01
D8.2	Entrega página web del proyecto	6	HUD	DEC	PU	M02
D8.3	Plan de divulgación	6	HUD	R	PU	M10

*Nota: Tabla resumen del listado de entregables de todos los paquetes de trabajo. Se ha utilizado la nomenclatura siguiendo la plantilla H2020 (Fuente: Elaboración propia a partir de Tabla 3.1c H2020). R: documento, informe (excluyendo los informes periódicos y finales); DEM: Demo, piloto, prototipo, diseño de planos; DEC: sitios web, presentación de patentes, acciones de prensa y medios, videos, etc; OTROS: Software, diagrama técnico, etc; PU = Público, completamente abierto; CO = Confidencial.*

En la figura 12, se encuentra el PERT, donde se puede visualizar las dependencias entre las distintas tareas pertenecientes a los paquetes de trabajo, así como la duración de cada una de ellas

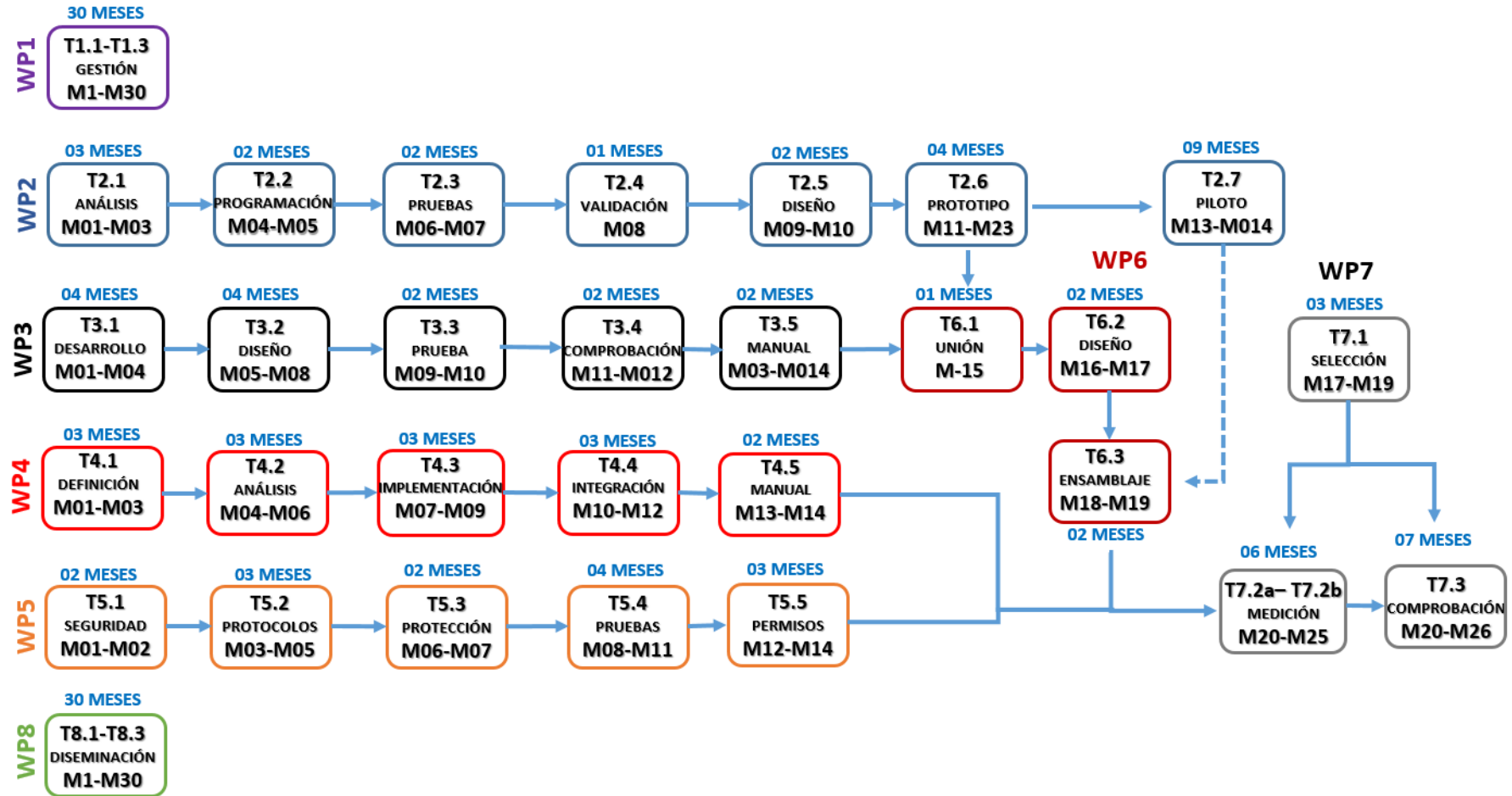


Fig. 12 Diagrama PERT

Nota: **WP1:** Gestión del proyecto, **WP2:** Diseño y desarrollo electrónico; **WP3:** Desarrollo sistema de comunicación; **WP4:** Desarrollo Software; **WP5:** Protección de datos; **WP6:** Ensamblaje y encapsulado; **WP7:** Validación médica; **WP8:** Comunicación, divulgación y explotación de resultados. (Fuente: Elaboración propia)

### 4.3.2 Gestión estructural y procedimientos

A continuación, se muestra una tabla resumen con todos los hitos marcados en el calendario y el medio de verificación correspondiente (tabla 16):

Tabla 16. Listado de hitos

Nº Hito	Nombre del Hito	Paquete trabajo relacionado	Fecha estimada	Medio de verificación
M1	<i>Grant Agreement.</i>	1	M02	Firma entre los socios del consorcio y el coordinador de la Comisión Europea. Una vez obtenida la firma, el proyecto puede comenzar.
M2	Entrega del prototipo del dispositivo electrónico	2	M14	Entrega del prototipo para su validación médica
M3	Finalización de la fabricación de la antena y del sistema de comunicación	4	M14	Entrega de la antena diseñada y presentación del informe con la validación de las pruebas funcionales
M4	Finalización de la aplicación software	3	M14	Demostración del funcionamiento de la aplicación mediante una reunión con todos los socios.
M5	Finalización del desarrollo del sistema de encriptación para la protección de datos	5	M14	Entrega de manuales y listado de usuarios autorizados
M6	Integración y encapsulado final del tonómetro	6	M19	Entrega del tonómetro encapsulado y del informe de validación
M7	Entrega del dispositivo electrónico mejorado	2	M23	Entrega de la parte electrónica del tonómetro (piloto) para su validación médica
M8	Validación médica del tonómetro	7	M26	Informe de validación con todos los valores obtenidos con el nuevo tonómetro, comparándolos con el tonómetro de Goldmann
M9	Cierre del proyecto	8	M30	Los socios consideran que se han alcanzado los objetivos y se da por cerrado el proyecto formalmente

*Nota: Tabla resumen con los hitos del proyecto y su método de verificación.  
M: Milestone o hito (Fuente: Elaboración propia a partir de la tabla 3.2.a H2020).*

- **Evaluación de riesgos:**

Para asegurar el buen funcionamiento del proyecto y que se consigan los objetivos dentro del tiempo, coste, y alcance establecido, se realiza una evaluación riesgos. Para ello, con la ayuda de todos los integrantes del consorcio, se identificarán los principales riesgos que puedan influir de manera negativa en el proyecto, así como sus planes de contingencia para poder mitigar el impacto en el caso de que lleguen a suceder.

En la tabla 17, se muestran los riesgos que se han identificado mediante un análisis previo:

*Tabla 17 Listado de riesgos identificados*

DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PAQUETE DE TRABAJO INVOLUCRADO	MEDIDA DE MITIGACIÓN PROPUESTA
Incumplimiento de plazos en las tareas de del proyecto, dificultando la integración de actividades que se desarrollen en paralelo	WP1	Monitoreo periódico del avance de las actividades para identificar posibles desviaciones en el proyecto y poder realizar acciones correctoras a tiempo.
Que se exceda en el presupuesto estimado del proyecto	WP1	Monitoreo constante de los gastos imputados al proyecto mediante el método de gestión del valor ganado (EVM), comparándolos a partir de una línea base establecida.
Error en la auto medida. El paciente no coloca adecuadamente el tonómetro, y la medida puede ser distorsionada.	WP2	El tonómetro detectará las medidas erróneas y pedirá de forma automática que se repita la medición. El método de uso vendrá claramente explicado en las instrucciones.
El sistema de envío de datos no soporta la cantidad de información que se quiere enviar	WP3	Realizar un estudio previo de los requisitos no funcionales que se necesitan, y adaptarlo al tipo de datos que se van a manejar.
Pérdida de información en la base de datos	WP4	Elaborar copias periódicas de seguridad
Tanto el prototipo fabricado, como el piloto, sufra algún tipo de daño, deterioro o extravío, implicando paralizar la validación médica	WP2, WP3 y WP6	Se fabricarán dos unidades de cada uno para tener de reserva en caso de necesitarse.
Fallo del servidor utilizado para el traspaso de datos.	WP5	Se dispondrá de un servidor espejo para hacer de backup del servidor original.
Alguno de los pacientes voluntarios no se presente para la validación médica del nuevo tonómetro	WP7	Se dispondrá de un listado de pacientes voluntarios de reserva, por si falla alguno de los pacientes elegidos para el estudio.

(Fuente: Elaboración propia)

## • Estructura de gestión y procedimientos

En este apartado se mostrará cómo es la estructura organizativa para este proyecto y que roles y responsabilidades tienen cada uno de los socios del consorcio.

En lo más alto de la estructura, se encuentra la Comisión Europea (CE), seguida del *Project manager*, que es el único que tiene comunicación directa con la CE. Otro grande grupo es el consejo de administración, formado por cada uno de los líderes de los paquetes de trabajo. Por último, cada paquete de trabajo tiene un líder responsable de la tarea y unos participantes para la realización de las sub-tareas.

Para facilitar el entendimiento, en la figura 13, se puede ver un diagrama de la estructura:

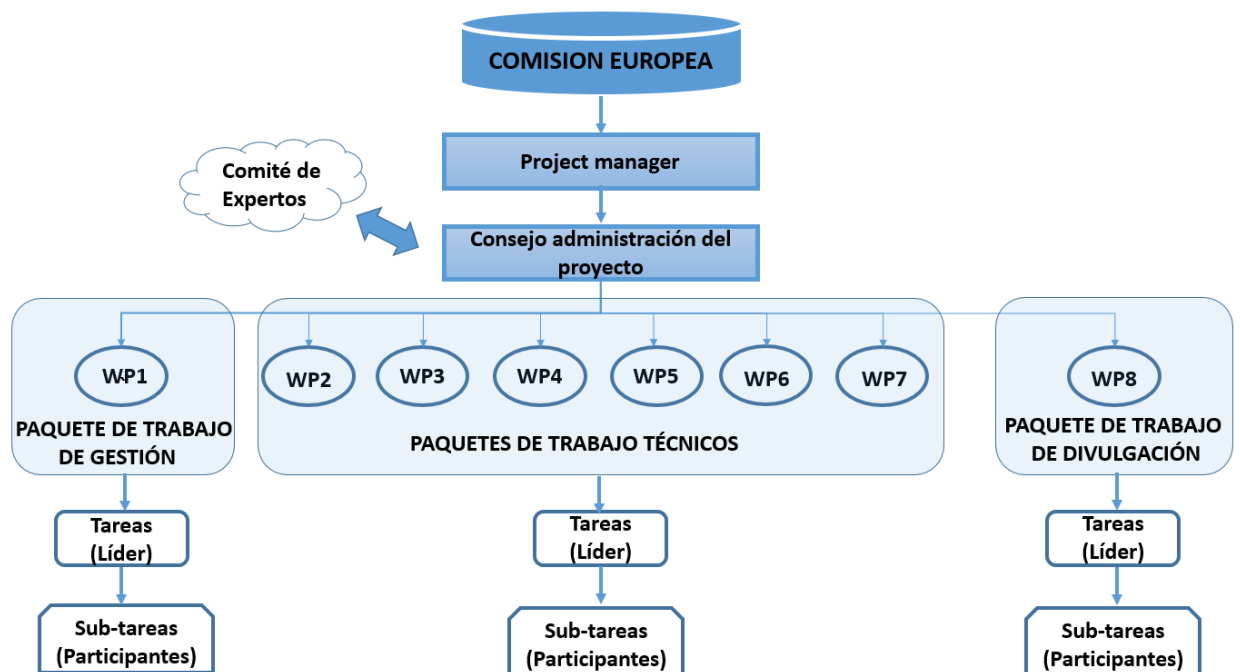


Fig. 13 Estructura de gestión de proyectos

(Fuente: Elaboración propia)

- A continuación, se muestran la descripción de los roles:

**Project manager:** Para este proyecto, el Project manager será el coordinador del proyecto. Es la figura que asegura que el proyecto se gestione dentro del tiempo y el presupuesto establecido. Tiene la responsabilidad operativa del proyecto y será quien centralice todas las actividades de gestión en el proyecto.

**Consejo de administración:** Está formado por un representante de cada participante. Será el primer órgano de toma de decisiones y el responsable de solucionar posibles conflictos. También gestionará y dirigirá el proyecto en su conjunto, confirmará que todos los recursos utilizados son coherentes y asegurarán el progreso de la ejecución del proyecto para que los resultados se cumplan.

**Comité de expertos:** Grupo de médicos oftalmólogos de referencia mundial en el ámbito del glaucoma y la neuro-oftalmología, que acompañarán a los socios del consorcio durante todo el proceso que dure el proyecto para la realización de tareas tales como: asesoramiento, participación en congresos, ideas de mejora, etc. El comité estará formado por los siguientes miembros:

- Un médico oftalmólogo especialista en cirugía hipotensora del globo ocular en el hospital Bascom Palmer Eye Institute, Miami, EEUU
- Un médico oftalmólogo experto en tratamiento médico del glaucoma del hospital de Bharti Eye, Nueva Delhi, India.
- Un médico oftalmólogo experto en dispositivos de mediciones de tensión ocular del hospital de Ramón y Cajal, Madrid, España.

Todos ellos deberán firmar una carta de compromiso (anexo 2), donde se comprometerán a participar en el proyecto, para la realización de las tareas anteriormente citadas.

**Líderes de los paquetes de trabajo:** Tienen como responsabilidad gestionar todas las tareas de cada paquete de trabajo, asegurando la planificación del proyecto y asegurar los objetivos y resultados de las tareas.

**Líderes de tareas:** Trabajarán en las diferentes actividades reportando resultados. Para algunas tareas se necesitará la colaboración de otros socios.

En la tabla 18, se muestran las responsabilidades de cada uno de los socios:

Tabla 18 Matriz de responsabilidades

<b>SOCIOS</b>						
<b>WP</b>	<b>PMI</b>	<b>SSS</b>	<b>UOT</b>	<b>TSN</b>	<b>FMT</b>	<b>HUD</b>
<b>1</b>	I	I	I	I	R	I
<b>2</b>	R	S	S	I	C/I	I
<b>3</b>	S	S	R	S	I	C/I
<b>4</b>	I	R	S	S	S	C/I
<b>5</b>	I	S	S	R	I	I
<b>6</b>	S	I	S	I	R	I
<b>7</b>	C/I	C/I	C/I	C/I	C/I	R
<b>8</b>	S	S	S	S	S	R

*Nota: R=Responsable; S=Soporte; C=Consultor; I=Informado  
(Fuente: Elaboración propia)*

#### 4.3.3 Consorcio en conjunto

Para este proyecto y en búsqueda de la excelencia, ha sido necesaria la participación de diferentes expertos con amplia experiencia en proyectos similares. Cada uno de ellos trabajará en sus respectivas áreas: desarrollo de dispositivos electrónicos médicos (PMI), aplicaciones software (SSS), comunicaciones (UOT), ciberseguridad (TSN), farmacéutica (FMT) y hospitalaria (HUD).

Con el fin de conseguir el objetivo, las tareas de ámbito científico-tecnológico, estarán planificadas de tal manera que, aunque trabajen en paralelo, existe una integración final, manteniendo siempre una comunicación continua con el resto de participantes. En el capítulo 4.4, se hace una descripción más específica de cada uno de los participantes del consorcio.

Todos los participantes del consorcio pertenecen a la Unión Europea, excepto el socio "Silicon SW Solution (SSS)" que pertenece a Suiza, pero desde el 15 de septiembre de 2014, puede participar como Estado Asociado. Se ha optado por este socio, dado a su gran experiencia en otros proyectos de desarrollo de aplicaciones web mediante dispositivos médicos.

#### 4.3.4 Recursos

El esfuerzo de todos los participantes que forman el consorcio, se resume en la tabla 19.

Tabla 19 Tabla resumen del esfuerzo por participante

	WP1	WP2	WP3	WP4	WP5	WP6	WP7	WP8	Total Personas/mes por participante
<b>1. PMI</b>	1	3	1	1	1	1	1	1	10
<b>2. SSS</b>	1	1	1	2,5	-	-	1	1	7,5
<b>3. UOT</b>	1	2	3,5	1	1,5	1	1	1	12
<b>4. TSN</b>	1	-	1	1	2,5	-	1	1	7,5
<b>5. FMT</b>	2,5	1,25	-	-	-	3	1	2	9,75
<b>6. HUD</b>	1	-	1	1,5	1	-	3,5	3	11
<b>Total Personas/mes</b>	7,5	7,25	7,5	7	6	5	4,5	8,5	57,75

(Fuente: Elaboración propia a partir de la tabla 3.4a del H2020)

El coste total necesario para llevar a cabo el proyecto durante los 30 meses de duración, asciende a **3.041.909 €**. A continuación, se puede ver el desglose de cada uno de los importes calculados

- Costes directos del personal. Se han tenido en cuenta los costes/hora medio por país de cada uno de los participantes en función de su participación en cada una de las tareas (tablas 20 a la 26).
- Otros costes directos. Se ha calculado los costes imputables a cada uno de los participantes en concepto de viajes, equipamiento y otros bienes y servicios (Tablas 26 a 31).
- Costes directos de subcontratación. Se ha incluido el coste de la empresa subcontratada *Consultec*, el cual se necesitarán de sus servicios durante todo el trascurso del proyecto, para todas las tareas relacionadas con asuntos legales, administrativas y financieras.

Para el cálculo total, se ha elaborado una tabla (tabla 32) en el que se refleja el desglose de cada uno de los gastos previamente indicados.

Tabla 20 Costes directos de personal de PMI

PARTICIPANTE	Paquetes de trabajo		WP1	WP2	WP3	WP4	WP5	WP6	WP7	WP8	Total por Participante
	Duración de las tareas en las que participará (meses)		30	23	4	3	0	3	7	30	
PMI	Doctor Ingeniería electrónica	Sueldo medio mensual	4.400 €	4.400 €	4.400 €	4.400 €		4.400 €	4.400 €	4.400 €	218.284 €
		% Desempeño	40%	100%	33%	33%		33%	33%	30%	
		Coste total por WP	52.800 €	101.200 €	5.808 €	4.356 €		4.356 €	10.164 €	39.600 €	
	Ingeniero técnico electrónico 1	Coste €/hora	3.900 €	3.900 €	3.900 €	3.900 €		3.900 €	3.900 €	3.900 €	181.428 €
		% Desempeño	40%	100%	33%	30%		33%	33%	20%	
		Coste total por WP	46.800 €	89.700 €	5.148 €	3.510 €		3.861 €	9.009 €	23.400 €	
	Ingeniero técnico electrónico 2	Coste €/hora	3.900 €	3.900 €	3.900 €	3.900 €		3.900 €	3.900 €	3.900 €	181.779 €
		% Desempeño	40%	100%	33%	33%		33%	33%	20%	
		Coste total por WP	46.800 €	89.700 €	5.148 €	3.861 €		3.861 €	9.009 €	23.400 €	
<b>581.491 €</b>											

(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 21. Costes directos de personal de SSS

PARTICIPANTE	Paquetes de trabajo		WP1	WP2	WP3	WP4	WP5	WP6	WP7	WP8	Total por Participante
	Duración de las tareas en las que participará (meses)		30	2	2	14	3	0	7	30	
SSS	Ingeniero informático de sistemas 1	Sueldo medio mensual	5.200 €	5.200 €	5.200 €	5.200 €	5.200 €		5.200 €	5.200 €	281.840 €
		% Desempeño	40%	40%	40%	90%	40%		40%	20%	
		Coste total por WP	156.000 €	4.160 €	4.160 €	65.520 €	6.240 €		14.560 €	31.200 €	
	Ingeniero informático de sistemas 2	Sueldo medio mensual	5.200 €	5.200 €	5.200 €	5.200 €	5.200 €		5.200 €	5.200 €	185.692 €
		% Desempeño	40%	40%	40%	90%	40%		33%	20%	
		Coste total por WP	62.400 €	4.160 €	4.160 €	65.520 €	6.240 €		12.012 €	31.200 €	
	Ingeniero informático de sistemas 3	Sueldo medio mensual	5.200 €	5.200 €	5.200 €	5.200 €	5.200 €		5.200 €	5.200 €	185.692 €
		% Desempeño	40%	40%	40%	90%	40%		33%	20%	
		Coste total por WP	62.400 €	4.160 €	4.160 €	65.520 €	6.240 €		12.012 €	31.200 €	
<b>653.224 €</b>											

(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 22 Costes directos de personal de UOT

PARTICIPANTE	Paquetes de trabajo		WP1	WP2	WP3	WP4	WP5	WP6	WP7	WP8	Total por Participante
	Duración de las tareas en las que participará (meses)		30	6	14	5	5	3	7	30	
UOT	Doctor Ingeniero telecomun.	Sueldo medio mensual	2.100 €	2.100 €	2.100 €	2.100 €	2.100 €	2.100 €	2.100 €	2.100 €	74.340 €
		% Desempeño	40%	40%	80%	20%	30%	20%	10%	20%	
		Coste total por WP	25200	5.040 €	23.520 €	2.100 €	3.150 €	1.260 €	1.470 €	12.600 €	
	Ingeniero teleco. 1	Coste €/hora	1.900 €	1.900 €	1.900 €	1.900 €	1.900 €	1.900 €	1.900 €	1.900 €	54.340 €
		% Desempeño	20%	40%	75%	30%	40%	10%	20%	15%	
		Coste total por WP	11.400 €	4.560 €	19.950 €	2.850 €	3.800 €	570 €	2.660 €	8.550 €	
	Ingeniero teleco. 2	Coste €/hora	1.900 €	1.900 €	1.900 €	1.900 €	1.900 €	1.900 €	1.900 €	1.900 €	54.340 €
		% Desempeño	20%	40%	75%	30%	40%	10%	20%	15%	
		Coste total por WP	11.400 €	4.560 €	19.950 €	2.850 €	3.800 €	570 €	2.660 €	8.550 €	
	Ingeniero teleco. 3	Coste €/hora	1.900 €	1.900 €	1.900 €	1.900 €	1.900 €	1.900 €	1.900 €	1.900 €	54.340 €
		% Desempeño	20%	40%	75%	30%	40%	10%	20%	15%	
		Coste total por WP	11.400 €	4.560 €	19.950 €	2.850 €	3.800 €	570 €	2.660 €	8.550 €	
	Becario ingeniero telecomunicaciones	Coste €/hora		1.100 €	1.100 €	1.100 €		1.100 €	1.100 €		21.670 €
		% Desempeño		60%	75%	40%		50%	30%		
		Coste total por WP		3.960 €	11.550 €	2.200 €		1.650 €	2.310 €		
<b>259.030 €</b>											

(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 23. Costes directos de personal de TSN

PARTICIPANTE	Paquetes de trabajo		WP1	WP2	WP3	WP4	WP5	WP6	WP7	WP8	Total por Participante
	Duración de las tareas en las que participará (meses)		30	0	4	2	14	0	7	30	
TSN	Ingeniero informático 1	Sueldo medio mensual	1.950 €		1.950 €	1.950 €	1.950 €		1.950 €	1.950 €	69.810 €
		% Desempeño	40%		40%	40%	90%		40%	20%	
		Coste total por WP	23.400 €		3.120 €	1.560 €	24.570 €		5.460 €	11.700 €	
	Ingeniero informático 2	Sueldo medio mensual	1.950 €		1.950 €	1.950 €	1.950 €		1.950 €	1.950 €	69.810 €
		% Desempeño	40%		40%	40%	90%		40%	20%	
		Coste total por WP	23.400 €		3.120 €	1.560 €	24.570 €		5.460 €	11.700 €	
	Ingeniero informático junior	Sueldo medio mensual	1.300 €		1.300 €	1.300 €	1.300 €		1.300 €	1.800 €	49.540 €
		% Desempeño	40%		40%	40%	90%		40%	20%	
		Coste total por WP	15.600 €		2.080 €	1.040 €	16.380 €		3.640 €	10.800 €	
<b>189.160 €</b>											

(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 24. Costes directos de personal de FMT

PARTICIPANTE	Paquetes de trabajo		WP1	WP2	WP3	WP4	WP5	WP6	WP7	WP8	Total por Participante
	Duración de las tareas en las que participará (meses)		30	2	0	0	0	2	7	30	
FMT	Doctor Investigador	Sueldo medio mensual	2.100 €	2.100 €				2.100 €	2.100 €	2.100 €	52.623 €
		% Desempeño	65%	40%				75%	25%	20%	
		Coste total por WP	40.950 €	1.680 €				3.150 €	3.675 €	3.168 €	
	Técnico en laboratorio 1	Sueldo medio mensual	1.600 €	1.600 €				1.600 €	1.600 €	1.600 €	34.640 €
		% Desempeño	40%	20%				75%	25%	20%	
		Coste total por WP	19.200 €	640				2400	2800	9600	
	Técnico en laboratorio 2	Sueldo medio mensual	1.600 €	1.600 €				1.600 €	1.600 €	1.600 €	34.640 €
		% Desempeño	40%	20%				75%	25%	20%	
		Coste total por WP	19.200 €	640				2400	2800	9600	
	Técnico en laboratorio 3	Sueldo medio mensual	1.600 €	1.600 €				1.600 €	1.600 €	1.600 €	34.640 €
		% Desempeño	40%	20%				75%	25%	20%	
		Coste total por WP	19.200 €	640 €				2.400 €	2.800 €	9600	
	Project manager (PMO)	Sueldo medio mensual	1.800 €	1.800 €						1.800 €	46.740 €
		% Desempeño	80%	25%						20%	
		Coste total por WP	43.200 €	900 €						2.640 €	
<b>203.283 €</b>											

(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 25. Costes directos de personal de HUD

PARTICIPANTE	Paquetes de trabajo		WP1	WP2	WP3	WP4	WP5	WP6	WP7	WP8	Total por Participante
	Duración de las tareas en las que participará (meses)		30	0	2	2	4	5	10	30	
HUD	Médico adjunto	Sueldo medio mensual	3.500 €		3.500 €	3.500 €	3.500 €		3.500 €	3.500 €	112.910 €
		% Desempeño	60%		20%	33%	30%		30%	30%	
		Coste total por WP	63.000 €		1.400 €	2.310 €	4.200 €		10.500 €	31.500 €	
	Medico residente 1	Sueldo medio mensual	2.200 €		2.200 €	2.200 €	2.200 €		2.200 €	2.200 €	56.452 €
		% Desempeño	30%		40%	33%	30%		80%	20%	
		Coste total por WP	19.800 €		1.760 €	1.452 €	2.640 €		17.600 €	13.200 €	
	Medico residente 2	Sueldo medio mensual	2.200 €		2.200 €	2.200 €	2.200 €		2.200 €	2.200 €	56.452 €
		% Desempeño	30%		40%	33%	30%		80%	20%	
		Coste total por WP	19.800 €		1.760 €	1.452 €	2.640 €		17.600 €	13.200 €	
	Técnico óptico 1	Sueldo medio mensual							1.200 €		9.600 €
		% Desempeño							80%		
		Coste total por WP							9.600 €		
	Técnico óptico 2	Sueldo medio mensual							1.200 €		9.600 €
		% Desempeño							80%		
		Coste total por WP							9.600 €		
	Director de comunicaciones	Sueldo medio mensual							3.800 €	3.800 €	96.900 €
		% Desempeño								85%	
		Coste total por WP								96.900 €	
	<b>341.914 €</b>										

(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 26. Otros costes directos de PMI

1. PMI	Coste (€)	Justificación
<b>Viajes</b>	4.000 €	2 Reuniones anuales con el consorcio en Madrid (Vuelos, estancia, dietas). (2.100€) 2 congresos de equipamientos médicos electrónicos. (1.900€)
<b>Equipamiento</b>	2.600 €	Componentes electrónicos para fabricación del tonómetro: Sensores, placas electrónicas, etc. (1.100€) Equipos electrónicos: Polímetros, fuentes de alimentación, Raspberry Pi. (1.500€)
<b>Otros bienes y servicios</b>	2.150 €	Licencia del software para el diseño de la placa electrónica. (430€) Tasa de inscripción de los congresos. (600€ x 2=1200€) Licencia del software utilizado para la programación del microprocesador (520€)
<b>Total</b>	<b>8.750 €</b>	

(Fuente: Elaboración propia a partir de la tabla 3.4b H2020)

Tabla 27 Otros costes directos de SSS

2. SSS	Coste (€)	Justificación
<b>Viajes</b>	2.600 €	2 Reuniones anuales con el consorcio en Madrid (Vuelos, estancia, dietas). (2.600€)
<b>Equipamiento</b>	6.600 €	3 Ordenadores. (1.400€ X 3=4.200€) 1 Servidor para alojar los datos (posteriormente será el que se utilice en el hospital). (2.200€)
<b>Otros bienes y servicios</b>	400 €	Licencia del Software utilizado para la programación de la aplicación. (400€)
<b>Total</b>	<b>9.600 €</b>	

(Fuente: Elaboración propia a partir de la tabla 3.4b H2020)

Tabla 28 Otros costes directos de UOT

3- UOT	Coste (€)	Justificación
<b>Viajes</b>	2.100 €	2 Reuniones anuales con el consorcio en Madrid (Vuelos, estancia, dietas). (1.100€) 1 congreso <i>Mobile World Congress</i> (1.000€)
<b>Equipamiento</b>	120 €	Analizador de redes y un medidor electromagnético. (120€)
<b>Otros bienes y servicios</b>	3.050 €	Tasa de inscripción de los congresos. (550€) Publicación en la revista "@ntena" (2.500€)
<b>Total</b>	<b>5.270 €</b>	

(Fuente: Elaboración propia a partir de la tabla 3.4b H2020)

Tabla 29 Otros costes directos de TSN

4- TSN	Coste (€)	Justificación
Viajes	1.100 €	2 Reuniones anuales con el consorcio en Madrid (Vuelos, estancia, dietas). (1.100€)
Equipamiento	900 €	1 ordenador. (1.200€)
Otros bienes y servicios	400€	1 Licencia de software para el software utilizado. (400€)
<b>Total</b>	<b>2.400 €</b>	

(Fuente: Elaboración propia a partir de la tabla 3.4b H2020)

Tabla 30 Otros costes directos de FMT

5- FMT	Coste (€)	Justificación
Viajes	4.100 €	2 Reuniones anuales con el consorcio en Madrid (Vuelos, estancia, dietas). (1.100€) 1 Feria Med Tec en Asia (3.000€).
Equipamiento	1.500 €	1 Impresora 3D (1.500€)
Otros bienes y servicios	5.000 €	Creación del logotipo (900€) Licencia del Software utilizado para el diseño mecánico del encapsulado. (600€) Inscripción feria (500€) Auditoria interna al final del proyecto. (1.500€) Tasa registro de la patente (1.500€)
<b>Total</b>	<b>10.600 €</b>	

(Fuente: Elaboración propia a partir de la tabla 3.4b H2020)

Tabla 31 Otros costes directos de HUD

6- HUD	Coste (€)	Justificación
Viajes	9.100 €	2 Reuniones anuales con el consorcio en Madrid (Vuelos, estancia, dietas). (1.100€) 5 congresos del sector oftalmológico (Nacional e internacional). (8.000€)
Equipamiento	1.500 €	Tonómetro de Goldmann para la validación (600€) 1 ordenador (900€)
Otros bienes y servicios	10.045 €	Tasa de publicaciones (3000€) Inscripción a los congresos (5 congresos x 600€= 3.000€). Creación de la página web del proyecto (1500€). Diseño e impresión de folletos (750€). Gastos comité de expertos (2.200€)
<b>Total</b>	<b>20.645 €</b>	

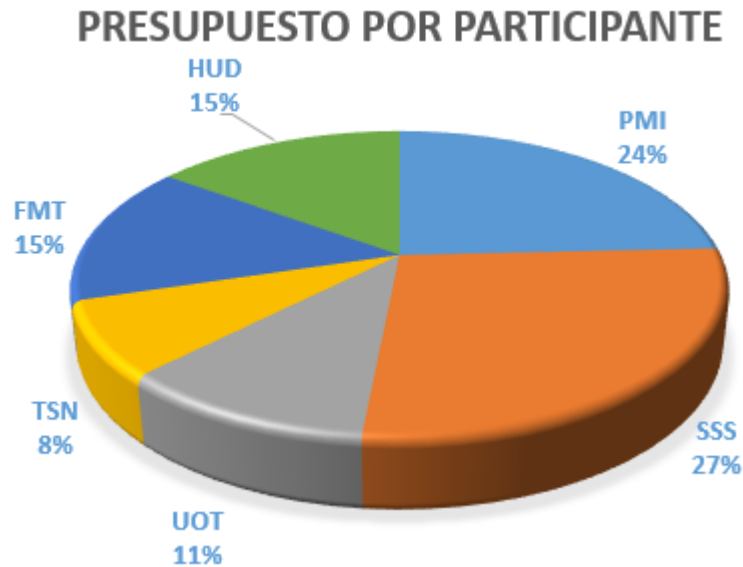
(Fuente: Elaboración propia a partir de la tabla 3.4b H2020)

Tabla 32. Desglose presupuesto total

Socio	País	(A) Costes directos personal (€)	(B) Otros costes directos (€)	(C) Costes directos subcontratación (€)	(D) Costes directos de proporcionar apoyo financiero a terceros (€)	(E) Costes de contribuciones en especie no utilizadas en instalaciones del beneficiario	(F) Costes indirectos/€ (=0.25(A+B-E))	(G) Costos unitarios especiales que cubren los costos directos e indirectos.	(H) Costes totales elegibles estimados (€) (= A + B + C + D + F + G)	(I) Tasa de reembolso	(J) Máx subvención (=H*I)	(K) Subvención solicitada (€)
PMI	Alemania	581.491 €	8.750 €		-	-	147.560 €	-	737.801 €	100%	737.801 €	737.801 €
SSS	Suiza	653.224 €	9.600 €		-	-	165.706 €	-	828.530 €	100%	828.530 €	828.530 €
UOT	España	259.030 €	5.270 €		-	-	66.075 €	-	330.375 €	100%	330.375 €	330.375 €
TSN	España	189.160 €	2.400 €		-	-	47.890 €	-	239.450 €	100%	239.450 €	239.450 €
FMT	España	203.283 €	10.600 €	185.200 €	-	-	53.471 €	-	450.679 €	100%	450.679 €	450.679 €
HUD	España	341.914 €	20.645 €		-	-	90.640 €	-	453.199 €	100%	453.199 €	453.199 €
<b>TOTAL</b>		<b>2.228.102 €</b>	<b>57.265 €</b>	<b>185200 €</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>571.342 €</b>	<b>-</b>	<b>3.041.909 €</b>	<b>100%</b>	<b>3.041.909 €</b>	<b>3.041.909 €</b>

Nota: (Fuente: Elaboración propia a partir de la tabla del capítulo 3 de la plantilla H2020).

En la gráfica 3, se muestra el desglose del presupuesto del proyecto distribuido por participante:



*Gráfica 3 Porcentaje del presupuesto por participante.  
(Fuente: Elaboración propia)*

#### 4.4 Miembros del consorcio

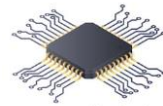
Para llevar a cabo este proyecto, se ha contado con la participación de seis socios diferentes, cada uno de ellos, experto en su área correspondiente.

- El socio PMI, experto en desarrollo y fabricación de equipos médicos, elaborará la parte electrónica del tonómetro.
- Para la integración de todos los componentes desarrollados, se encargará el participante FMT, que desarrollará el encapsulado final del tonómetro.
- En cuanto al participante UOT, se encargará de diseñar una antena específica para el tonómetro, con el fin de poder enviar los datos obtenidos de las mediciones al servidor correspondiente.
- El participante SSS, elaborará la aplicación Web para poder visualizar los datos tomados en el historial clínico del paciente.
- Se contará con la participación de TSN, para garantizar la seguridad y la privacidad de los datos.
- El socio HUD, juega un importante papel en el proyecto. Será el encargado de realizar el ensayo clínico con el nuevo tonómetro, y validar los resultados obtenidos.

A continuación, se detalla más a fondo la descripción de cada uno de ellos, así como la experiencia, logros, publicaciones, proyectos, personas clave y el rol que desempeñan en el proyecto.

#### 4.4.1 Participantes

##### **Power Medical Instruments (PMI)**<sup>10</sup>



Power Medical Solution

Power Medical Instruments, es una PYME alemana con más de 25 años de experiencia en el sector sanitario y que cuenta con un equipo técnico altamente cualificado y en constante formación, que centran su actividad en el diseño y fabricación de la parte electrónica de equipos médicos que abarcan diversas aplicaciones (oftalmológica, hematología, inmunología, química clínica, audiometría, cardiología, diabetes, etc.). Su participación en el proyecto es fundamental, ya que se encargará del diseño y desarrollo de la parte electrónica del dispositivo. Gracias a su experiencia con instrumental médico, conocen a la perfección el funcionamiento de los tonómetros, lo que supondrá una gran ventaja para la fabricación del mismo.

PMI han participado en diversos proyectos del H2020 fabricando dispositivos relacionados con la telemedicina. Además cuenta con un histórico de 35 proyectos exitosos en los últimos 10 años. Además, cuentan con grandes instalaciones donde disponen de un gran laboratorio con maquinaria de última generación preparados para la realización de prototipados, fabricación de bajo volumen y grandes series.

Las personas clave que participarán en el proyecto serán:

Un doctor en ingeniería electrónica, experto en diseño hardware y con 12 años de experiencia previa en desarrollos de dispositivos médicos. Cuenta con varias publicaciones en revistas de investigación tanto alemanas como internacionales. También participa como consultor en otros laboratorios y empresas. Será el encargado de diseñar tanto la placa electrónica como todos los componentes necesarios para la realización de la medida.

Dos ingenieros electrónicos con amplios conocimientos en el desarrollo e implementación de aplicaciones electrónicas basadas en programación de micro-controladores y sistemas embebidos, manejo de sensores, motores, desarrollo de proyectos didácticos, educativos y productivos. Sus roles en este proyecto será la de programar el micro del tonómetro y colaborar con la empresa SSS para la vinculación de los datos obtenidos.

---

<sup>10</sup> PMI es una empresa ficticia creada para este TFM

### **Silicon SW Solution (SSS)**<sup>11</sup>



Silicon SW Solution, es una PYME de consultoría y servicios de tecnologías de la información y la comunicación especializada en soluciones informáticas para todo tipo de empresas. Su actividad se desarrolla en Suiza, y le avalan 20 años de experiencia.

SSS cuenta con un equipo de 120 profesionales cualificados y ha participado en proyectos relacionados con el ámbito de la salud y las TIC, como aplicaciones software para reconocimientos médicos, programas para gestión de clínicas, y proyectos relacionados con telemedicina.

Han obtenido varios premios como European Technology Awards y los European IT & Software Excellence Awards, por la realización de proyectos tecnológicos relacionados con las TICs.

En el desarrollo de este proyecto, Silicon SW Solutions será el encargado del diseño y desarrollo de una aplicación software que controlará los datos obtenidos tras las mediciones, y las integrará dentro del sistema informático actual utilizado por el servicio de salud vasco Osabide Global<sup>12</sup>.

Para ello contará con la participación de dos ingenieros informáticos expertos en base de datos y en desarrollo de aplicaciones mediante programación Java y SQL. Trabajarán en colaboración con PMI para el tratamiento de los datos.

### **Universidad de Oviedo (UOT)**



La escuela de ingeniería de telecomunicaciones perteneciente a la Universidad de Oviedo (<http://www.tsc.uniovi.es/>), cuenta con un grupo de investigación (TSC-UNIOVI) formado por un responsable y dieciséis miembros del equipo, que centra sus investigaciones en las teorías de la señal y comunicaciones. Disponen de gran experiencia y capacidad en técnicas de diseño, fabricación y medición de antenas, y en procesamiento de señales para comunicaciones inalámbricas en diferentes bandas de frecuencia. Disponen de un laboratorio de medición de antenas y emisiones electromagnéticas y otro con una estación de seguimiento satelital.

---

<sup>11</sup> SSS es una empresa ficticia creada para este TFM

<sup>12</sup> Sistema de información hospitalaria de última generación que garantiza un soporte integral a todos los procesos asistenciales que se gestionan en un centro o en una red de centros de atención especializada (<https://info.ibermaticacloud.com/>)

Su participación en el proyecto se focalizará por un lado en el diseño y desarrollo de una antena para el dispositivo, y por otro lado en desarrollar un sistema para la comunicación y transmisión de datos tomados con el nuevo tonómetro. Estos datos se transmitirán vía Wifi o 3G.

Las personas involucradas en el proyecto serán:

- Un doctor ingeniero de telecomunicaciones y catedrático de universidad en el área de teoría de la señal y comunicaciones del Dpto. de Ingeniería eléctrica. Como experto en diseño y análisis de antenas de comunicaciones, ha dirigido y participado en numerosos proyectos de I+D con empresas del sector de las telecomunicaciones, siendo autor de más de 200 publicaciones en revistas de impacto y más de 240 actas de congresos sobre temáticas de antenas, propagación, desarrollando algoritmos de electromagnetismo computacional y tecnología en bandas microondas, milimétricas y Tera hercios.
- Tres Ingenieros de telecomunicaciones pertenecientes al grupo de investigación, con amplia experiencia de proyectos similares de diagnósticos y mediciones de diferentes tipologías de antenas
- Un becario de investigación e Ingeniero de telecomunicaciones, que ayudará en la realización de diferentes actividades a lo largo del proyecto.

Algunas publicaciones:

- García Fernández, M., Álvarez López, Y., Las-Heras & F., Dual-Probe Near-Field (2019). Phaseless Antenna Measurement System on Board a UAV. *Sensors*, 19, 4663. [DOI: 10.3390/s19214663](https://doi.org/10.3390/s19214663).
- León, G.; Herrán, L.F., Mateos, I., Villa, E.; Ruiz-Alzola & J.B. Wideband (1987), Epidermal Antenna for Medical Radiometry. *Sensors*, 20. [DOI.org/10.3390/s20071987](https://doi.org/10.3390/s20071987)
- L. Alonso-González, S. Ver-Hoeye, M. Fernández-García, C. Vázquez-Antuña & F. Las-Heras Andrés, (2019). On the Development of a Novel Mixed Embroidered-Woven Slot Antenna for Wireless Applications, *IEEE Access*, 7, 9476-9489, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2891208. [DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2891208](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2891208)
- De Cos Gómez, M.E., Fernández Álvarez, H., Puerto Valcarce, B., García González, C.; Olenick, J., Las-Heras Andrés & F. Zirconia-Based (2019). Ultra-Thin Compact Flexible CPW-Fed Slot Antenna for IoT. *Sensors* 19, 3134. [DOI:10.3390/s19143134](https://doi.org/10.3390/s19143134).
- González-Ayestarán, R.; Álvarez, J & Las-Heras F. (2019). Design of Non-Uniform Antenna Arrays for Improved Near-Field MultiFocusing. *Sensors*, 19, 645. [DOI: 10.3390/s19030645](https://doi.org/10.3390/s19030645).

Premios:

- Premio al Mejor Documento de Propagación - Conferencia Europea de Antenas y Propagación 2014 (EuCAP'2014).
- Mención honorífica IEEE Antenas y Simposio de Propagación 2013 (APS'2013) Concurso de ponencias estudiantiles.
- Premio de la Conferencia Internacional de 2008 sobre la Asociación de Técnicas de Medición de Antenas (AMTA'2008) Concurso de estudiantes. 1er lugar.
- Finalista del Simposio Internacional de Antenas y Propagación IEEE 2007 (APS'2007) - Concurso de estudiantes.
- Premio de la Conferencia Internacional de 2007 sobre Imágenes y Caracterización de Campo Cercano (ICONIC'2007) - Concurso de Carteles Estudiantiles. Segundo lugar.
- Premio Sergei A. Shelkunoff Paper Prize 2007 de la IEEE Antennas and Propagation Society.

Algunos proyectos relacionados con antenas en los que han participado:

- Antenas Reconfigurables para Transferencia Eficiente de Información y Energía a múltiples usuarios en femtoceldas. (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades Convocatoria 2017).
- Múltiples fuentes de información para mejorar técnicas de EM inverso para aplicaciones de reflectometría e imágenes (Ministerio de Economía y Competitividad. Proyectos de I + D "EXCELENCIA" y Proyectos de I + D + I "RETOS INVESTIGACIÓN". Convocatorias 2014.)
- Estación de puntas para posicionamiento y medidas 'on-wafer' de antenas y circuitos en bandas submilimétricas-THz".
- "Sistema de medida de antenas y circuitos en bandas de frecuencias Submilimétricas y Terahercios"
- "Circuitos y Antenas Multifuncionales para Sistemas de Localización y Comunicaciones -CAMSILOC-". (Gobierno del Principado de Asturias. Programa Operativo FEDER del Principado de Asturias 2007-2013. Proyectos de investigación básica durante el período 2009-2010).

**Thinking Security Net (TSN)**<sup>13</sup>

Empresa tecnológica española de ciberseguridad, ubicada en Madrid. Cuenta con una experiencia de más de 15 años y de una plantilla de 35 personas. Se dedican a la creación disruptiva en ciberseguridad, proporcionando la privacidad y la confianza necesaria en la vida digital diaria.

Trabjarán en este proyecto para garantizar un entorno digital seguro que permita mejorar la privacidad, confidencialidad y anonimización de los datos obtenidos de los pacientes. Al trabajar con datos altamente confidenciales, se desarrollará e implementará un sistema pionero de encriptación mediante el uso de funciones matemáticas de gran complejidad, desarrollado exclusivamente para este proyecto. Para ello trabajarán en la implementación de una tecnología de seguridad, cumpliendo con las nuevas leyes y regulaciones, para detectar y bloquear incidentes de seguridad que puedan surgir y proporcionar una respuesta eficaz y efectiva.

Fueron galardonados en el 2019, con los premios “Tecnología Siglo XXI” como la mejor empresa de ciberseguridad.

Para la elaboración de este proyecto, se contará con la participación de dos ingenieros informáticos. Ambos poseen másteres en ciberseguridad y amplios conocimientos en el área de la seguridad informática. Tienen más de doce años de experiencia en proyectos relacionados con encriptación de la información. También colaboran dando charlas en conferencias sobre seguridad informática en diferentes universidades de España. Por otro lado se contará con la participación de un ingeniero junior informático para la elaboración de tareas relacionadas con la ciberseguridad.

**FARMATEC (FMT)**<sup>14</sup>

La farmacéutica española Farmatec, está formada por un equipo de 150 empleados, dedicados a la investigación y desarrollo de fármacos y dispositivos médicos para mejorar la salud y el bienestar de las personas. Para conseguirlo cuenta con un amplio programa de investigación y desarrollo con una red de colaboraciones estratégicas. Tienen experiencia en proyectos de investigación, desarrollo y control de calidad de dispositivos médicos. Disponen

---

<sup>13</sup> TSN es una empresa ficticia creada para este TFM

<sup>14</sup> FMT es una empresa ficticia creada para este TFM

de laboratorios de última generación, totalmente equipados y ofrecen servicios de ensayos completos.

Para este proyecto, se contará con la participación de:

Un doctor investigador, el cual será el coordinador del proyecto y se encargará principalmente de tareas relacionadas con la gestión del mismo. Tiene experiencia en liderar proyectos de la misma índole, y de realizar más de 70 ensayos de manera exitosa.

Tres técnicos de laboratorio. Se encargarán de las tareas de unificación y ensamblaje del tonómetro, y se asegurarán de su correcto funcionamiento antes de la realización del ensayo clínico en el hospital.

Un Project manager officer (PMO). Será el coordinador del Proyecto. Con amplia experiencia de diez años liderando proyectos europeos, su labor será la de coordinar tareas entre los diferentes socios y garantizar que el proyecto cumple con el calendario y presupuesto previsto.

### **Hospital Universitario Donostia (HUD)**



El Hospital Universitario Donostia pertenece al servicio vasco de salud, Osakidetza. Entre otros servicios, cuenta con un departamento de oftalmología formado por 25 médicos oftalmólogos, cuatro optometristas, diez diplomadas de enfermería, cuatro auxiliares de clínica, tres secretarías y ocho médicos residentes, que hacen que se haya constituido como uno de los mayores de la red pública en su área.

El servicio de oftalmología del hospital de Donostia, disponen de una sala de óptica totalmente equipada donde se realizan parte de los ensayos clínicos, un animalario para ensayos clínicos con animales y colabora con el centro de investigación Biodonostia que forma parte del complejo hospitalario universitario de Donosti. Además son pioneros en el desarrollo de lentes intraoculares precargadas y estudios de superficie ocular, queriendo extender ahora su campo de investigación al ámbito del glaucoma. También es considerado centro de referencia para el estudio de enfermedades hereditarias de la retina a nivel nacional.

El servicio de oftalmología, cuenta con diversas publicaciones que engloban todas las especialidades de la oftalmología. A continuación, se muestran algunas de ellas:

- J. Moreno-Montañés, A. Antón-López, S. Duch-Tuesta, P. Corsino Fernández-Vila, J. García-Feijóo, E. Millá-Griñó, F.J. Muñoz-Negrete, L. Pablo-Júlvez, I. Rodríguez-

- Agirretxe, J.L. Urcelay-Segura, F. Ussa-Herrera, & M.P. Villegas-Pérez. (2017). Guía de estilos de vida y glaucoma (i). Deporte y actividades. *Archivos de la Sociedad Espanola de Oftalmología* 93(2). [DOI: 10.1016/j.ofal.2017.09.005](https://doi.org/10.1016/j.ofal.2017.09.005).
- Rodríguez-Agirretxe I, García I, Soria J, Suarez TM & Acera A (2017). Custom RT-qPCR-array for glaucoma filtering surgery prognosis. *PLoS ONE* 12(3): e0174559. [DOI:10.1371/journal.pone.0174559](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174559)
  - A. Antón-López, J. Moreno-Montañés, S. Duch-Tuesta, P. Corsino Fernández-Vila, J. García-Feijoo, E. Millá-Griñó, F.J. Muñoz-Negrete, L. Pablo-Júlvez, I. Rodríguez-Agirretxe, J.L. Urcelay-Segura, F. Ussa-Herrera & M.P. Villegas-Pérez, (2017). Guía de estilos de vida y glaucoma (II). Dieta, suplementos, drogas, sueño, embarazo e hipertensión arterial. *Archivos de la Sociedad Espanola de Oftalmología* 93(2). 76-86 [DOI: 10.1016/j.ofal.2017.10.001](https://doi.org/10.1016/j.ofal.2017.10.001).
  - I. Rodríguez-Agirretxe, M. García Gomez de Segura. J. Etxeberria Escenarro & M. Dios Castro, (2014). Influencia del Lasik en la capa de fibras nerviosas retinianas. *Archivos de la Sociedad Espanola de Oftalmología* 79 (12), 605-608. [DOI: 10.4321/s0365-66912004001200006](https://doi.org/10.4321/s0365-66912004001200006).
  - Soria, J., Villarrubia, A., Merayo-Llodes, J., Elortza, F., Azkargorta, M., Alvarez de Toledo, J., Rodriguez-Agirretxe, I., Suarez, T., & Acera, A. (2015). Label-free LC-MS/MS quantitative analysis of aqueous humor from keratoconic and normal eyes. *Molecular vision*, 21, 451–460. [PMID: 25999673](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25999673/)

También han participado en algunos proyectos de investigación como, por ejemplo:

- Estudio de expresión de factores de riesgo de opacificación capsular en células del epitelio anterior del cristalino tras cirugía de catarata con láser Femtosegundo. (2018)
- Estudio de la biocompatibilidad de un prototipo de hidrogel de polietilenglicol diacrilato (pegda) para su uso como implante intraestromal corneal en un modelo experimental. (2017)
- Estudio de la trabeculectomía experimental mediante implante de PLGA como dispositivo de liberación controlada de fármacos. (2018)
- Estudio epidemiológico clínico y molecular de la Retinosis Pigmentaria en Gipuzkoa (2018)
- Incorporación de la telemedicina al día a día. Control oftalmológico en pacientes en tratamiento con hidroxiclороquina (2020)

Para este proyecto, HUD será el encargado de la realización del ensayo clínico para la validación del nuevo tonómetro, es decir, de la selección de pacientes, de la medición de la

presión intraocular y de la elaboración de un informe estadístico con los resultados obtenidos. Para ello contará con el siguiente personal:

Un médico oftalmólogo. Jefe de sección de unidad del glaucoma en el hospital de Donostia. Especialista en cirugía del glaucoma vía escleral y consultor de productos antiglaucomatosos. Como investigador principal, será el encargado de la toma de la PIO y control de los pacientes.

Dos médicos internos residentes de oftalmología en el cuarto y último año de especialidad. Como ayudantes del investigador principal elaborará los informes estadísticos de los resultados obtenidos.

Dos ópticos especialistas en baja visión y control de tensión ocular. Instruirán a los pacientes en el uso del nuevo dispositivo.

Un director de comunicación. El director de comunicaciones del Hospital de Donostia, lleva 12 años ejerciendo tareas de comunicación y divulgación de información relacionadas con diferentes actividades del hospital y de interés médico-científico. Para este proyecto, se encargará de dar a conocer los avances del proyecto y de dar a conocer el producto en los diferentes congresos del sector oftalmológico.

#### 4.4.2 Terceras partes implicadas en el proyecto

Para llevar a cabo el proyecto, es necesario subcontratar algunas actividades del ámbito legal, administrativo y financiero (tabla 33).

*Tabla 33 Terceras partes involucradas en el proyecto*

<b>¿El participante planea subcontratar ciertas tareas? (Tenga en cuenta que las tareas centrales del proyecto no deben subcontratarse)</b>	<b>SI</b>
Se subcontratará a la empresa Consultec <sup>15</sup> para tareas legales, administrativas y financieras. Se encargará de todos los asuntos financieros asociados con los presupuestos de la convocatoria H2020, temas administrativos relacionados con la Comisión Europea, asuntos legales para la formación del consorcio y soporte jurídico para la gestión y manipulación de datos sensibles en la nube. Además, también gestionará la parte administrativa relacionado con los derechos de la propiedad intelectual de la patente.	
<b>¿El participante prevé que parte de su trabajo sea realizado por terceros vinculados?</b>	<b>NO</b>

<sup>15</sup> Empresa ficticia creada para la elaboración de este proyecto.

<i>En caso afirmativo, describa el tercero, el enlace del participante con el tercero, y describa y justifique las tareas previstas que debe realizar el tercero.</i>	
<b>¿El participante prevé el uso de contribuciones en especie proporcionadas por terceros (artículos 11 y 12 del Acuerdo modelo general de subvención)</b>	<b>NO</b>
<i>En caso afirmativo, describa el tercero, el enlace del participante con el tercero, y describa y justifique las tareas previstas que debe realizar el tercero.</i>	

(Fuente: Elaboración propia a partir de la tabla correspondiente al capítulo 4.2 de la plantilla H2020).

## 4.5 Ética y seguridad

En este capítulo se muestra un cuestionario sobre aspectos éticos a tener en cuenta en el proyecto. También se incluye una segunda parte relacionado con los riesgos en la seguridad durante la elaboración del mismo.

### 4.5.1 Ética

A continuación, se puede ver el cuestionario de con los aspectos técnicos para nuestra propuesta (tabla 34).

Para la elaboración de este proyecto, se ha requerido la participación de uno de los integrantes del consorcio (SSS) pertenece a Suiza. Aunque no esté dentro de la UE, desde el 15 de septiembre de 2014, Suiza puede participar como Estado Asociado en algunas acciones de Horizonte 2020<sup>16</sup>.

Por otro lado, para la validación médica de SASTI, se necesitará la participación voluntaria tanto de personas sanas, como pacientes con diferentes niveles de tensión intraocular. Para ello serán informados sobre el estudio que se va a realizar, y tendrán que firmar un modelo de consentimiento para el tratamiento de datos personales.

<sup>16</sup> [https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/grants\\_manual/hi/3cp/h2020-hi-list-ac\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/grants_manual/hi/3cp/h2020-hi-list-ac_en.pdf)

Tabla 34 Tabla cuestiones éticas

<b>1. HUMANOS EMBRIONES/FETOS</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
¿Su investigación implica células de temperatura embrionaria humana (hESCHs)		X
¿Su investigación implica el uso de embriones humanos?		X
¿Su investigación implica uso de tejidos / células fetales humanos?		X
<b>2. HUMANOS</b>		
¿Su investigación implica participantes humanos?	X	
¿Su investigación implica intervenciones físicas en los participantes del estudio?	X	
¿Implica técnicas invasivas?		X
<b>3. CÉLULAS HUMANAS / TEJIDOS</b>		
¿Su investigación involucra células o tejidos humanos? Si su investigación involucra embriones / fetos humanos, complete también la sección "Humanos Embriones / Fetos "[Cuadro 1].		X
<b>4. PROTECCION DE DATOS PERSONALES</b>		
¿Su investigación involucra la recolección y / o procesamiento de datos personales?	X	
¿Su investigación implica un procesamiento adicional de los datos personales recopilados previamente (secundaria utilizar)?		X
<b>5. ANIMALES</b>		
¿Su investigación involucra animales?		X
<b>6. PAÍSES NO PERTENECIENTES A LA UE</b>		
¿Su investigación involucra a países no pertenecientes a la UE?	X	
¿Planea utilizar recursos locales (por ejemplo, muestras de tejidos animales y / o humanos, material genético, animales vivos, restos humanos, materiales de valor histórico, fauna en peligro de extinción o muestras de flora, etc.)		X
¿Planea importar cualquier material, incluidos datos personales, de países no pertenecientes a la UE a ¿UE? Si considera importar datos, complete también la sección "Protección personal Datos "[Recuadro 4].		X
¿Planea exportar cualquier material, incluidos los datos personales, de la UE a terceros países? ¿Países? Si considera exportar datos, complete también la sección "Protección personal Datos "[Recuadro 4].		X
Si su investigación involucra a países de bajos y / o bajos ingresos medios, ¿están compartiendo beneficios? ¿medidas previstas?		X
¿Podría la situación en el país poner en riesgo a las personas que participan en la investigación?		X
<b>7. PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE</b>		
vi Directiva 2001/18 / CE - vii Directiva 2009/41 / CE - viii Reglamento CE no 1946/2003 - ix Directiva 2008/56 / CE x Directiva 92/43 / CEE del Consejo -xi Directiva 79/409 / CEE del Consejo - xii Reglamento CE nº 338/97 del Consejo		

¿Su investigación implica el uso de elementos que pueden causar daño al medio ambiente, para animales o plantas?		X
¿Su investigación trata sobre fauna y / o flora y / o áreas protegidas en peligro de extinción?		X
¿Su investigación involucra el uso de elementos que pueden causar daño a los humanos, incluyendo personal de investigación?		X
<b>8. USO DUAL</b>		
¿Su investigación tiene el potencial para aplicaciones militares?		X
<b>9. MAL USO</b>		
¿Su investigación tiene el potencial de abuso malévolo / criminal / terrorista?		X
<b>10. OTRAS CUESTIONES ÉTICAS</b>		
¿Hay otros problemas de ética que deberían tenerse en cuenta? Por favor especifica		X

(Fuente: Elaboración propia a partir de la tabla correspondiente al capítulo 4 de la plantilla H2020).

#### 4.5.2 Seguridad

Para el proyecto SASTI, los únicos problemas de seguridad existentes son relacionado con la gestión de los datos personales de los pacientes. Para la elaboración de este proyecto, se necesita recopilar y procesar datos personales, por lo que se requiere cumplir con la ley orgánica española de protección de datos 15/1999 de 13 de diciembre. Para ello se elaborará un documento de consentimiento informado que deberá ser firmado por todos los pacientes que participen en el proceso de la validación de SASTI, de esta manera se garantiza que el paciente ha expresado voluntariamente su intención de participar en el proceso, después de haber comprendido la información que se le dará acerca de los objetivos de la misma. Por otro lado, se confirma que, para la elaboración de este proyecto, no implica ninguno de los siguientes riesgos<sup>17</sup>:

- Investigación de explosivos, ya sean sólidas o líquidas que son capaces, por reacción química, de producir gas a una temperatura, presión y velocidad tales que causen daños a los alrededores.
- Investigación con sustancias y materiales químicos, biológicos, radiológicos o nucleares (QBRN).

<sup>17</sup> Para más información sobre riesgos del proyecto, consultar documento ubicado en el siguiente link: [https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/other/hi/secur/h2020-hi-guide-classif\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/other/hi/secur/h2020-hi-guide-classif_en.pdf).

- Infraestructura crítica e investigación de servicios públicos.
- Investigación de seguridad fronteriza.
- Investigación de vigilancia inteligente. Como es el uso de reconocimiento de patrones y otras técnicas de inteligencia artificial para analizar datos obtenidos de dispositivos de seguridad más convencionales, con el objetivo de identificar comportamientos considerados sospechosos o anómalos con respecto al contexto legal y social dado).
- Investigación sobre terrorismo.
- Investigación del crimen organizado. Cualquier asociación estructurada de más de dos personas que actúan juntas para cometer delitos graves para obtener, directa o indirectamente, beneficios financieros u otros beneficios materiales.
- Investigación de seguridad digital. Cubre una amplia gama de temas de investigación relacionados con aspectos de seguridad de componentes, dispositivos, sistemas y servicios de TIC, protocolos de comunicación y redes. De todo ello, se encargará el socio experto en ciberseguridad TSN.
- Investigación espacial. Actividades de investigación en el campo del espacio.

Por último, tampoco existe riesgo de seguridad en relación a información clasificada de la UE.

## 5 Conclusiones y trabajo futuro

En este capítulo final se mencionarán las principales conclusiones finales en función de los objetivos marcados al inicio del proyecto y se valorará si se han cumplido. También se indicarán posibles líneas de futuro donde se podría implementar SASTI en un futuro.

### 5.1 Principales conclusiones

Tal y como nos hemos fijado como objetivo principal del proyecto es el diseño y desarrollo de un tonómetro ligero, portátil y de gran precisión, para que los pacientes puedan medir la tensión intraocular desde sus propios domicilios. Para alcanzarlo, se fijaron una serie de objetivos específicos:

El primer objetivo específico era el diseño del dispositivo electrónico. Para ello se ha contado con la participación de una empresa experta en dispositivos médicos, quien ha estudiado todos los tonómetros existentes en el mercado y se ha escogido las mejores características de cada uno de ellos para crear SASTI. Finalmente se ha diseñado un tonómetro ligero, preciso y con la posibilidad de poder usarse con baterías.

El segundo objetivo era establecer un sistema de comunicación entre el nuevo dispositivo y el personal médico. Gracias a la elaboración específica de una antena para SASTI, se han hecho diversas pruebas desde diferentes lugares mediante Wifi y 3G, obteniendo un resultado positivo en todas ellas.

El siguiente objetivo específico era la obtención de una conexión directa y automática con el sistema sanitario de salud mediante una aplicación software. Contando con la colaboración del Servicio de Salud Vasco, Osakidetza, se ha comprobado en todo momento el acceso a las mediciones desde el propio historial de los pacientes.

También se ha fijado como objetivo la obtención final del tonómetro mediante el ensamblaje y encapsulado de todos los componentes. Tras una encuesta realizada a todos los pacientes voluntarios que han participado en la validación, el 95% de ellos consideran el dispositivo es ligero y de fácil manejo.

Uno de los puntos más importantes de SASTI, es cumplir con la confidencialidad y la anonimización de los datos obtenidos de los pacientes mediante nuevos protocolos de encriptación. Tras la realización de varias pruebas, se ha comprobado que todos los datos de los pacientes han sido encriptados con la imposibilidad de ser descifrados por un tercero.

El objetivo final era la validación clínica comparando SASTI con un tonómetro tradicional. Tras realizar la comparativa de ambos tonómetros a 240 pacientes, se ha demostrado SASTI tiene un nivel precisión en sus mediciones del 95% respecto al tonómetro de Goldmann, por lo que se considera que el objetivo ha sido alcanzado.

Como conclusión final, a nivel de gestión se ha conseguido el objetivo marcado en el inicio del proyecto respecto al tiempo y presupuesto establecido, manteniendo siempre la calidad de SASTI. En cuanto al producto desarrollado, es un dispositivo que ha dado buenos resultados en las pruebas realizadas, y que, gracias a su fácil manejo, tendrá mucho éxito en su comercialización.

Como crítica, y tomándolo en consideración como lecciones aprendidas para futuros proyectos, algunas de las tareas del proyecto estaban demasiado ajustadas y no permitían los amortiguadores apropiados para la revisión del resto de participantes del consorcio. Se podría haber incluido a todas las partes interesadas en la aprobación del cronograma.

## 5.2 Líneas de trabajo futuro.

Una vez finalizado este proyecto, cabría la posibilidad de implementar este sistema en diferentes dispositivos médicos ya existentes como: la medición de la glucemia en pacientes diabéticos, la tensión arterial en pacientes hipertensos o el índice internacional normalizado (INR), es decir el nivel de anticoagulación en sangre en pacientes medicados.

También se podría ampliar SASTI en el ámbito geográfico extendiéndolo en otras autonomías, no solo en el País Vasco, implementándolo en cada uno de los sistemas sanitarios público de cada una de ellas (SESPA en Asturias, SACYL en Castilla y León, SAS en Andalucía, SERGAS en Galicia, etc).

Una vez extendido a nivel nacional, se podría ampliar este sistema a nivel europeo, creando una base de datos compartida donde poder evaluar y estudiar los diferentes resultados obtenidos y las diferentes líneas de tratamiento y seguimiento realizadas en cada uno de los países participantes, pudiendo mejorar y estandarizar tratamientos en base a los mejores resultados.

## Referencias bibliográficas

Anders.H, & Carlo E. (2008). Capítulo 1: Terminología y pautas para el glaucoma. En Bertagno.R, Guazzi.L, Musolinino.M, Rela. S & Scanarotti.V, *Examen del paciente. Sociedad Europea de glaucoma*. (61-64). Italia: Dogma.

Barroso. G. (mayo, 2017). Una plataforma para mejorar el seguimiento en estudios clínicos, *Innovaspain*. Recuperado de: <https://www.innovaspain.com/plataforma-mejorar-seguimiento-pacientes-estudios-clinicos-fipse-qoolife/>

Benitez del Castillo. J (2019). Módulo 1: Introducción al glaucoma: terminología, epidemiología y herencia. En Burgos, B. García, G. Hernandez, S. *Glaucoma*. (1-10). España: Idemm Farma .S.L.

Bhartiya S, Gangwani M, Kalra RB, Aggarwal A, Gagrani M, Sirish KN. (2019). 24-hour intraocular pressure monitoring: the way ahead. *Rom J Ophthalmol*, 63(4), 315-320. [doi:10.22336/rjo.2019.50](https://doi.org/10.22336/rjo.2019.50).

Chen,M. Zhang,L. Xu, J. Chen,X. Gu,Y. & Wang, K.(2019). Comparability of three intraocular pressure measurement: iCare pro rebound, non-contact and Goldmann applanation tonometry in different IOP group. *BMC Ophthalmol* 19, 225. [doi: 10.1186/s12886-019-1236-5](https://doi.org/10.1186/s12886-019-1236-5).

Comisión Europea (2014). Guía del participante en Horizonte 2020. Recuperado de: [http://eshorizonte2020.cdti.es/recursos/doc/Programas/Cooperacion\\_internacional/HORIZO NTE%202020/29236\\_2872872014135311.pdf](http://eshorizonte2020.cdti.es/recursos/doc/Programas/Cooperacion_internacional/HORIZO NTE%202020/29236_2872872014135311.pdf)

Cvenkel B & Atanasovska Velkovska M. (2019). Self-monitoring of intraocular pressure using Icare HOME tonometry in clinical practice. *Clin Ophthalmol*,13, 841-847 [doi: 10.2147/OPHTH.S198846](https://doi.org/10.2147/OPHTH.S198846).

Dos Santos MG, Makk S, Berghold A, Eckhardt M & Haas A. (1998). Intraocular pressure difference in Goldmann applanation tonometry versus Perkins hand-held applanation tonometry in overweight patients. *Ophthalmology*,105, 2260-2263. [doi: 10.1016/S0161-6420\(98\)91226-X](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(98)91226-X).

Erdogan, H., Akingol, Z., Cam, O., & Sencan, S. (2018). A comparison of NCT, Goldman application tonometry values with and without fluorescein. *Clinical ophthalmology (Auckland, N.Z.)*, 12, 2183–2188. [doi:10.2147/OPHTH.S177870](https://doi.org/10.2147/OPHTH.S177870).

Hospital Costa del sol (marzo, 2014). El Hospital Costa del Sol atiende cada año a más de 6.000 pacientes con glaucoma. Recuperado de:

<https://hcs.es/web/page.cfm?news=34&title=el-hospital-costa-del-sol-atiende-cada-ano-a-mas-de-6.000-pacientes-con-glaucoma#.XvzFgG0zZyx>

Javitt, J.C, McBean, A.M, Nicholson, G.A, Babish, D.J. Joan L. Warren, J.L & Krakauer, H.(1991). Undertreatment of Glaucoma Among Black Americans. *N Eng J Med*, 325,1418-1422. [doi:10.1056/NEJM199111143252005](https://doi.org/10.1056/NEJM199111143252005).

Juan Manuel. R (20 de julio de 2015). Una firma Valenciana lanza el primer fonendoscopio inalámbrico del mercado. *Redacción médica*. Recuperado de: <https://www.redaccionmedica.com/noticia/una-firma-valenciana-lanza-el-primer-fonendoscopio-inalambrico-del-mercado-85234>

Kilavuzoglu, AEB, Cosar CB, Celebi AR & Al Parmak UE. (2019). Intraocular Pressure Based on Dynamic Bidirectional Applanation and Air-puff Tonometry: A Comparative Study. *J Curr Glaucoma Pract*, 13(2), 68-73. [doi:10.5005/jp-journals-10078-1251](https://doi.org/10.5005/jp-journals-10078-1251).

Lanza, M., Rinaldi, M., Carnevale, U., di Staso, S., Sconocchia, M. B., & Costagliola, C. (2018). Analysis of differences in intraocular pressure evaluation performed with contact and non-contact devices. *BMC ophthalmology*, 18(1), 233. [doi: 10.1186/s12886-018-0900-5](https://doi.org/10.1186/s12886-018-0900-5).

Lee, G. A., Khaw, P. T., Ficker, L. A., & Shah, P. (2002). The corneal thickness and intraocular pressure story: where are we now?. *Clinical & experimental ophthalmology*, 30(5), 334–337. [doi: 10.1046/j.1442-9071.2002.00551.x](https://doi.org/10.1046/j.1442-9071.2002.00551.x).

Leng, T.S, Thai, L. L, Yau.O.C, ; Rahman & Mizanur.R.M. (2019). Comparison of Icare Rebound Tonometer and Perkins Applanation Tonometer in Community Eye Screening, *Asia-Pacific Journal of Ophthalmology*, Volume 8 - Issue 3 - p 229-232 [doi: 10.22608/APO.2018433](https://doi.org/10.22608/APO.2018433).

Nakakura, S. (2018). Icare® rebound tonometers: review of their characteristics and ease of use. *Clinic Ophthalmology*, 12:1245-1253. [doi 10.2147/OPHTH.S163092](https://doi.org/10.2147/OPHTH.S163092).

OCU. (s.f.). *Lista de espera sanidad pública*. Recuperado de <https://www.ocu.org/salud/derechos-paciente/calculadora/listas-de-espera-sanitarias>

Ohana, O., Varssano, D., & Shemesh, G. (2017). Comparison of intraocular pressure measurements using Goldmann tonometer, I-care pro, Tonopen XL, and Schiøtz tonometer in patients after Descemet stripping endothelial keratoplasty. *Indian journal of ophthalmology*, 65(7), 579–583. [doi:10.4103/ijo.IJO\\_31\\_17](https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_31_17).

P.Perez (septiembre,2014) Hospital en casa. *La Razón, suplemento a tu salud*. Recuperado de : [https://www.zinkinn.es/system/files/Monica/docs/larazon\\_notadeprensa.pdf](https://www.zinkinn.es/system/files/Monica/docs/larazon_notadeprensa.pdf)

Perucho-González L & García-Feijó J. (2020). Evaluación y tratamiento del glaucoma durante las 24 horas del día. ¿Dónde estamos y hacia dónde vamos? *Archivos de la sociedad Española de oftalmología*, S0365-6691(20)30099-X. [doi:10.1016/j.oftal.2020.03.005](https://doi.org/10.1016/j.oftal.2020.03.005).

Primer informe mundial sobre la visión (octubre, 2017), OMS. Recuperado de: <https://www.who.int/es/news-room/detail/08-10-2019-who-launches-first-world-report-on-vision>

Quigley H. A. (1996). Number of people with glaucoma worldwide. *The British journal of ophthalmology*, 80(5), 389–393. [doi: 10.1136/bjo.80.5.389](https://doi.org/10.1136/bjo.80.5.389).

Qureshi I. A. (1995). Age and intraocular pressure: how are they correlated?. JPMA. *The Journal of the Pakistan Medical Association*, 45(6), 150–152. [PMID: 7474288](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7474288/).

Qureshi, I. A., Xi, X. R., Lu, H. J., Wu, X. D., Huang, Y. B., & Shiarkar, E. (1996). Effect of seasons upon intraocular pressure in healthy population of China. *Korean journal of ophthalmology: KJO*, 10(1), 29–33. [doi: 10.3341/kjo.1996.10.1.29](https://doi.org/10.3341/kjo.1996.10.1.29).

Reiter. H, Tesanovic. A, Martinez-Romero. A (2013). From Insights to Clinically Evaluated ICT Solutions for Telehealth (I). 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Osaka, Japón.

Sistema de información sobre listas de espera en el sistema nacional de salud (junio, 2019). Instituto de información sanitaria. Recuperado de: [https://www.mscbs.gob.es/estadEstudios/estadisticas/inforRecopilaciones/docs/LLEE\\_SNS\\_IndicadoresResumen\\_Junio2019.pdf](https://www.mscbs.gob.es/estadEstudios/estadisticas/inforRecopilaciones/docs/LLEE_SNS_IndicadoresResumen_Junio2019.pdf)

Stevens, S., Gilbert, C., & Astbury, N. (2007). How to measure intraocular pressure: applanation tonometry. *Community eye health*, 20(64), 74–75. [PMID: 18330450](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18330450/).

Tarifas para facturación de servicios sanitarios y docentes de Osakidetza (febrero, 2019). Gobierno Vasco. Recuperado de: [https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/osk\\_servic\\_para\\_empresas/es\\_def/adjuntos/tarifas\\_2019.pdf](https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/osk_servic_para_empresas/es_def/adjuntos/tarifas_2019.pdf)

Turati A, Gil, C, Jiménez. R & Guadalupe. I. (2016). Estudio comparativo de la determinación de la fluctuación de la presión intraocular, entre curva tensional horaria, prueba de sobrecarga hídrica y el método de estimación de la presión intraocular (Borrone), en pacientes con glaucoma primario de ángulo abierto en un hospital de concentración. *Revista mexicana de oftalmología*, (89)2, 71-132. [doi:10.1016/j.mexoft.2014.11.001](https://doi.org/10.1016/j.mexoft.2014.11.001).

Un aparato portátil permite diagnosticar enfermedades oculares a distancia (junio, 2019). Agencia iberoamericana para la difusión de la ciencia y tecnología. Recuperado de: <https://www.dicyt.com/noticias/un-aparato-portatil-permite-diagnosticar-enfermedades-oculares-a-distancia>

Unidad de comunicación Hospital Donostia. (enero 2003). Oftalmología, un servicio referente en patología compleja. *Oftalmología, un servicio de referencia*, 8(4), 8-9. Recuperado de: [https://www.osakidetza.euskadi.eus/contenidos/informacion/hd\\_publicaciones/es\\_hdon/adjuntos/Revista08.pdf](https://www.osakidetza.euskadi.eus/contenidos/informacion/hd_publicaciones/es_hdon/adjuntos/Revista08.pdf).

Wilensky, J. T., Gieser, D. K., Dietsche, M. L., Mori, M. T., & Zeimer, R. (1993). Individual variability in the diurnal intraocular pressure curve. *Ophthalmology*, 100(6), 940–944. [doi:10.1016/s0161-6420\(93\)31551-4](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(93)31551-4).

Wisse, R. P, Peeters, N., Imhof, S. M., & van der Lelij, A. (2016). Comparison of Diaton transpalpebral tonometer with applanation tonometry in keratoconus. *International journal of ophthalmology*, 9(3), 395–398. [doi:10.18240/ijo.2016.03.12](https://doi.org/10.18240/ijo.2016.03.12).

Wong. B, Parikh D, Rosen. L, Gorski. M, Angelilli. A, & Shih. C.(2018). Comparison of Disposable Goldmann Applanation Tonometer, ICare ic100, and Tonopen XL to Standards of Care Goldmann Nondisposable Applanation Tonometer for Measuring Intraocular Pressure. *J Glaucoma*, 27(12):1119-1124. [doi:10.1097/IJG.0000000000001059](https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000001059).

Yildiz. A & Yasar. T. (2018). Comparison of Goldmann applanation, non-contact, dynamic contour and tonopen tonometry measurements in healthy and glaucomatous eyes, and effect of central corneal thickness on the measurement results. *Med Glas (Zenica)*, 15(2):152-157. [doi:10.17392/960-18](https://doi.org/10.17392/960-18).

Zakrzewska. A, Wiącek MP & Machalińska. A. (2019). Impact of corneal parameters on intraocular pressure measurements in different tonometry methods. *Int J Ophthalmol*, 12(12): 1853–1858. [doi: 10.18240/ijo.2019.12.06](https://doi.org/10.18240/ijo.2019.12.06).

## Anexo I: Plantilla H2020



Research and Innovation Actions (RIA)

Innovation Actions (IA)

Administrative forms (Part A)

Research proposal (Part B)

Version 1.4  
21 May 2015

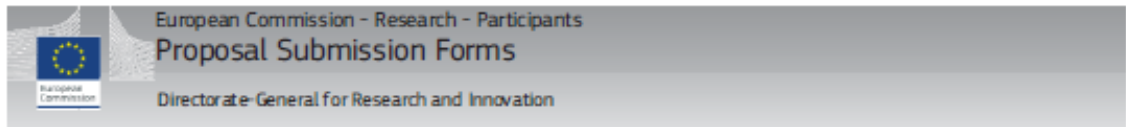
**Disclaimer**

This document is aimed at informing potential applicants for Horizon 2020 funding. It serves only as an example. The actual Web forms and templates, provided in the online proposal submission system under the Participant Portal, might differ from this example. Proposals must be prepared and submitted via the online proposal submission system under the Participant Portal.



## History of changes

Version	Date	Change	Page
1.1	27.02.2014	<ul style="list-style-type: none"><li>Information on Evaluation added - scoring of proposals as they were submitted, rather than on their potential if certain changes to be made (Part B)</li></ul>	1
1.2	04.04.2014	<ul style="list-style-type: none"><li>In section 3.3, the number of the template section referred to for exploitation measures is corrected.</li></ul>	7
1.3	04.12.2014	<ul style="list-style-type: none"><li>Reference added to Part B on compliance with any minimum requirements linked to participation for first stage proposals</li></ul>	1
1.4	21.05.2015	<ul style="list-style-type: none"><li>Typographical correction: separation of required bullet points under section 2.1 "Expected impacts" (PartB)</li></ul>	3



Horizon 2020

Call:

Topic:

Type of action:

Proposal number:

Proposal acronym:

Table of contents

Section	Title	Action
1	General information	
2	Participants & contacts	
3	Budget	
4	Ethics	
5	Call-specific questions	


*How to fill in the forms*

The administrative forms must be filled in for each proposal using the templates available in the submission system. Some data fields in the administrative forms are pre-filled based on the previous steps in the submission wizard.

European Commission - Research - Participants	
Proposal Submission Forms	
Directorate-General for Research and Innovation	
Proposal ID	Acronym
<b>1 - General information</b>	
Topic	Type of action
Call Identifier	Acronym <input type="text"/>
Proposal title*	<i>Max 200 characters (with spaces). Must be understandable for non-specialists in your field.</i>
Duration in months	<i>Estimated duration of the project in full months.</i>
Fixed keyword 1	<input type="text"/> <input type="button" value="Add"/>
Free keywords	<i>Enter any words you think give extra detail of the scope of your proposal (max 200 characters with spaces)</i>
<b>Abstract</b>	
<p><i>Short summary (max 2,000 characters, with spaces) to clearly explain:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>the objectives of the proposal</i></li> <li><i>how they will be achieved</i></li> <li><i>their relevance to the work programme.</i></li> </ul> <p><i>Will be used as the short description of the proposal in the evaluation process and in communications with the programme management committees and other interested parties .</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Do not include any confidential information.</i></li> <li><i>Use plain typed text, avoiding formulae and other special characters.</i></li> </ul> <p><i>If the proposal is written in a language other than English please include an English version of this abstract in the "Technical Annex" section.</i></p>	
Remaining characters 2000	
Has this proposal (or a very similar one) been submitted in the past 2 years in response to a call for proposals under the 7th Framework Programme, Horizon 2020 or any other EU programme(s)?	
Please give the proposal reference or contract number.	

European Commission - Research - Participants	
Proposal Submission Forms	
Directorate-General for Research and Innovation	
Proposal ID	Acronym
<b>Declarations</b>	
1) The coordinator declares to have the explicit consent of all applicants on their participation and on the content of this proposal.*	<input type="checkbox"/>
2) The information contained in this proposal is correct and complete.	<input type="checkbox"/>
3) This proposal complies with ethical principles (including the highest standards of research integrity — as set out, for instance, in the European Code of Conduct for Research Integrity — and including, in particular, avoiding fabrication, falsification, plagiarism or other research misconduct).	<input type="checkbox"/>
4) The coordinator confirms:	
- to have carried out the self-check of the financial capacity of the organisation on <a href="https://ec.europa.eu/research/participants/portal4/desktop/en/organisations/fv.html">https://ec.europa.eu/research/participants/portal4/desktop/en/organisations/fv.html</a> . Where the result was "weak" or "insufficient", the coordinator confirms being aware of the measures that may be imposed in accordance with the H2020 Grants Manual (Chapter on Financial capacity check); or	<input type="checkbox"/>
- is exempt from the financial capacity check being a public body including international organisations, higher or secondary education establishment or a legal entity, whose viability is guaranteed by a Member State or associated country, as defined in the H2020 Grants Manual (Chapter on Financial capacity check); or	<input type="checkbox"/>
- as sole participant in the proposal is exempt from the financial capacity check.	<input type="checkbox"/>
5) The coordinator hereby declares that each applicant has confirmed:	
- they are fully eligible in accordance with the criteria set out in the specific call for proposals; and	<input type="checkbox"/>
- they have the financial and operational capacity to carry out the proposed action.	<input type="checkbox"/>
The coordinator is only responsible for the correctness of the information relating to his/her own organisation. Each applicant remains responsible for the correctness of the information related to him and declared above. Where the proposal is to be retained for EU funding the coordinator and each beneficiary applicant will be required to present a formal declaration in this respect.	
According to Article 131 of the Financial Regulation of 25 October 2012 on the financial rules applicable to the general budget of the Union (Official Journal L 298 of 26.10.2012, p.1) and Article 145 of its Rules of Application (Official Journal L 362, 31.12.2012, p.1) applicants found guilty of misrepresentation may be subject to administrative and financial penalties under certain conditions.	
<b>Personal data protection</b>	
Your reply to the grant application will involve the recording and processing of personal data (such as your name, address and CV), which will be processed pursuant to Regulation (EC) No 45/2001 on the protection of individuals with regard to the processing of personal data by the Community institutions and bodies and on the free movement of such data. Unless indicated otherwise, your replies to the questions in this form and any personal data requested are required to assess your grant application in accordance with the specifications of the call for proposals and will be processed solely for that purpose. Details concerning the processing of your personal data are available on the <a href="#">privacy statement</a> . Applicants may lodge a complaint about the processing of their personal data with the European Data Protection Supervisor at any time.	
Your personal data may be registered in the Early Warning System (EWS) only or both in the EWS and Central Exclusion Database (CED) by the Accounting Officer of the Commission, should you be in one of the situations mentioned in:	
- the Commission Decision 2008/969 of 16.12.2008 on the Early Warning System (for more information see the <a href="#">Privacy Statement</a> ), or	
- the Commission Regulation 2008/1302 of 17.12.2008 on the Central Exclusion Database (for more information see the <a href="#">Privacy Statement</a> ).	
H2020-CP.pdf - Ver 1.39 20131218	Page 3 of 11
Last saved 19/12/2013 at 16:06	





European Commission - Research - Participants  
**Proposal Submission Forms**

Directorate-General for Research and Innovation

<i>Proposal ID</i>	<i>Acronym</i>	<i>Participant</i>
--------------------	----------------	--------------------

*Departments carrying out the proposed work*

**Department 1**

Department name   Same as organisation address

Street

Town


Postcode

Country

*Dependencies with other proposal participants*

<i>Character of dependence</i>	<i>Participant</i>	
--------------------------------	--------------------	--

Example, not to complete


European Commission - Research - Participants  
**Proposal Submission Forms**

Directorate - General for Research and Innovation

Proposal ID	Acronym	Participant
-------------	---------	-------------

*Person in charge of the proposal*

Title  Sex  Male  Female

First name  Family name

E-Mail

Position in org.

Department

Street   Same as organisation address

Town  Post code

Country

Website

Phone  Phone 2  Fax

*Other contact persons*

First Name	Last Name	E-mail	Phone

Example, not to complete

European Commission - Research - Participants  
**Proposal Submission Forms**  
 Directorate-General for Research and Innovation


Proposal ID \_\_\_\_\_ Acronym \_\_\_\_\_

### 3 - Budget for the proposal

Participant	Country	(A) Direct personnel costs/€	(B) Other direct costs/€	(C) Direct costs of sub-contracting /€	(D) Direct costs of providing financial support to third parties/€	(E) Costs of in-kind contributions not used on the beneficiary's premises/€	(F) Indirect Costs/€ (=0.25(A+B-E))	(G) Special unit costs covering direct & indirect costs	(H) Total estimated eligible costs/€ (=A+B+C+D+F+G)	(I) Reimbursement rate	(J) Max. grant / € (=H*I)	(K) Requested grant / €
		0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0
<b>Total</b>		0	0	0	0	0	0	0	0		0	0

Example, not to complete

**For Stage 1 proposals only the Total requested amount has to be filled in.**

 European Commission - Research - Participants <b>Proposal Submission Forms</b> Directorate- General for Research and Innovation	
Proposal ID	Acronym

#### 4 - Ethics issues table

<b>1. HUMAN EMBRYOS/FOETUSES</b>		Page
Does your research involve <u>Human Embryonic Stem Cells (hESCs)</u> ?	<input type="radio"/> Yes <input checked="" type="radio"/> No	
Does your research involve the use of human embryos?	<input type="radio"/> Yes <input checked="" type="radio"/> No	
Does your research involve the use of human foetal tissues / cells?	<input type="radio"/> Yes <input checked="" type="radio"/> No	
<b>2. HUMANS</b>		Page
Does your research involve human participants?	<input type="radio"/> Yes <input checked="" type="radio"/> No	
Does your research involve physical interventions on the study participants?	<input type="radio"/> Yes <input checked="" type="radio"/> No	
Does it involve invasive techniques?	<input type="radio"/> Yes <input checked="" type="radio"/> No	
<b>3. HUMAN CELLS / TISSUES</b>		Page
Does your research involve human cells or tissues? If your research involves human embryos/foetuses, please also complete the section "Human Embryos/Foetuses" [Box 1]	<input type="radio"/> Yes <input checked="" type="radio"/> No	
<b>4. PROTECTION OF PERSONAL DATA</b>		Page
Does your research involve personal data collection and/or processing?	<input type="radio"/> Yes <input checked="" type="radio"/> No	
Does your research involve further processing of previously collected personal data (secondary use)?	<input type="radio"/> Yes <input checked="" type="radio"/> No	
<b>5. ANIMALS</b>		Page
Does your research involve animals?	<input type="radio"/> Yes <input checked="" type="radio"/> No	

Example, not to complete

Not required for stage 1

European Commission - Research - Participants Proposal Submission Forms Directorate-General for Research and Innovation		
Proposal ID	Acronym	
<b>6. NON-EU COUNTRIES</b>		Page
Does your research involve non-EU countries?	<input type="radio"/> Yes <input checked="" type="radio"/> No	
Do you plan to use local resources (e.g. animal and/or human tissue samples, genetic material, live animals, human remains, materials of historical value, endangered fauna or flora samples, etc.)?	<input type="radio"/> Yes <input checked="" type="radio"/> No	
Do you plan to import any material - including personal data - from non-EU countries into the EU? If you consider importing data, please also complete the section 'Protection of Personal Data' [Box 4]	<input type="radio"/> Yes <input checked="" type="radio"/> No	
Do you plan to export any material - including personal data - from the EU to non-EU countries? If you consider exporting data, please also complete the section 'Protection of Personal Data' [Box 4]	<input type="radio"/> Yes <input checked="" type="radio"/> No	
If your research involves <a href="#">low and/or lower middle income countries</a> , are benefits-sharing measures foreseen?	<input type="radio"/> Yes <input checked="" type="radio"/> No	
Could the situation in the country put the individuals taking part in the research at risk?	<input type="radio"/> Yes <input checked="" type="radio"/> No	
<b>7. ENVIRONMENT PROTECTION</b> <small>VI Directive 2001/18/EC - VII Directive 2009/41/EC - VIII Regulation EC No 609/2002 - IX Directive 2006/56/EC X Council Directive 92/43/EEC - XI Council Directive 79/609/EEC - XII Council Regulation EC No 338/97</small>		Page
Does your research involve the use of elements that may cause harm to the environment, to animals or plants?	<input type="radio"/> Yes <input checked="" type="radio"/> No	
Does your research deal with endangered fauna and/or flora and/or protected areas?	<input type="radio"/> Yes <input checked="" type="radio"/> No	
Does your research involve the use of elements that may cause harm to humans, including research staff?	<input type="radio"/> Yes <input checked="" type="radio"/> No	
<b>8. DUAL USE</b> <small>xiii</small>		Page
Does your research have the potential for military applications?	<input type="radio"/> Yes <input checked="" type="radio"/> No	
<b>9. MISUSE</b>		Page
Does your research have the potential for malevolent/criminal/terrorist abuse?	<input type="radio"/> Yes <input checked="" type="radio"/> No	
<b>10. OTHER ETHICS ISSUES</b>		Page
Are there any other ethics issues that should be taken into consideration? Please specify	<input type="radio"/> Yes <input checked="" type="radio"/> No	
I confirm that I have taken into account all ethics issues described above and if any ethics issues apply, I have attached the required documents.		<input type="checkbox"/> Legal Info

Not required for stage 1

H2020-CP.pdf - Ver 1.39 20131218 Page 9 of 11 Last saved 19/12/2013 at 16:06

European Commission - Research - Participants  
Proposal Submission Forms  
Directorate-General for Research and Innovation

Proposal ID	Acronym
-------------	---------

### 5 - Call specific questions

Please note that this section will be updated at a later stage. In order to view the new content you will have to open the administrative form again. Once the form is final, this warning message will disappear.

**Example, not to complete**

**Calls/topics may include additional questions, which are not shown in the general template**

H2020-CP.pdf - Ver 1.39 20131218 Page 10 of 11 Last saved 19/12/2013 at 16:06

European Commission - Research - Participants  
**Proposal Submission Forms**  
Directorate-General for Research and Innovation

Proposal ID	Acronym
-------------	---------

## Validation result

Section	Description
	The form has not yet been validated, click "Validate Form" to do so!

*Example, not to complete*

H2020-CP.pdf - Ver 1.39 20131218 Page 11 of 11 Last saved 19/12/2013 at 16:06



## Proposal template (technical annex)

### *Research and Innovation actions* *Innovation actions*

Please follow the structure of this template when preparing your proposal. It has been designed to ensure that the important aspects of your planned work are presented in a way that will enable the experts to make an effective assessment against the evaluation criteria. Sections 1, 2 and 3 each correspond to an evaluation criterion for a full proposal.

Please be aware that proposals will be evaluated as they were submitted, rather than on their potential if certain changes were to be made. This means that only proposals that successfully address all the required aspects will have a chance of being funded. There will be no possibility for significant changes to content, budget and consortium composition during grant preparation.

**⚠ First stage proposals:** In two-stage submission schemes, at the first stage you only need to complete the parts indicated by a bracket (i.e. } ). These are in the cover page, and sections 1 and 2.

**⚠ Page limit:** For full proposals, the cover page, and sections 1, 2 and 3, together should not be longer than 70 pages. All tables in these sections must be included within this limit. The minimum font size allowed is 11 points. The page size is A4, and all margins (top, bottom, left, right) should be at least 15 mm (not including any footers or headers).

The page limit for a first stage proposal is 15 pages.

If you attempt to upload a proposal longer than the specified limit, before the deadline you will receive an automatic warning, and will be advised to shorten and re-upload the proposal. After the deadline, any excess pages will be overprinted with a 'watermark', indicating to evaluators that these pages must be disregarded.

Please do not consider the page limit as a target! It is in your interest to keep your text as concise as possible, since experts rarely view unnecessarily long proposals in a positive light.

template v20150521

**COVER PAGE****Title of Proposal****List of participants**

<b>Participant No *</b>	<b>Participant organisation name</b>	<b>Country</b>
1 (Coordinator)		
2		
3		

\* Please use the same participant numbering as that used in the administrative proposal forms. (Not applicable in the case of stage-1 proposals in two stage schemes.)

For first stage proposals, please note that this table will be used to check whether or not you comply with any minimum requirements linked to participation as set out in the eligibility criteria of the relevant work programme.

**Table of Contents**

[Proposal Acronym]

1

template v20150521

## 1. Excellence

**Your proposal must address a work programme topic for this call for proposals.**

**⚠** *This section of your proposal will be assessed only to the extent that it is relevant to that topic.*

### 1.1 Objectives

- Describe the specific objectives for the project<sup>1</sup>, which should be clear, measurable, realistic and achievable within the duration of the project. Objectives should be consistent with the expected exploitation and impact of the project (see section 2).

### 1.2 Relation to the work programme

- Indicate the work programme topic to which your proposal relates, and explain how your proposal addresses the specific challenge and scope of that topic, as set out in the work programme.

### 1.3 Concept and approach

- Describe and explain the overall concept underpinning the project. Describe the main ideas, models or assumptions involved. Identify any trans-disciplinary considerations;
- Describe the positioning of the project e.g. where it is situated in the spectrum from 'idea to application', or from 'lab to market'. Refer to Technology Readiness Levels where relevant. (See [General Annex G of the work programme](#));
- Describe any national or international research and innovation activities which will be linked with the project, especially where the outputs from these will feed into the project;
- Describe and explain the overall approach and methodology, distinguishing, as appropriate, activities indicated in the relevant section of the work programme, e.g. for research, demonstration, piloting, first market replication, etc;
- Where relevant, describe how sex and/or gender analysis is taken into account in the project's content.

**⚠** *Sex and gender refer to biological characteristics and social/cultural factors respectively. For guidance on methods of sex / gender analysis and the issues to be taken into account, please refer to [http://ec.europa.eu/research/science-society/gendered-innovations/index\\_en.cfm](http://ec.europa.eu/research/science-society/gendered-innovations/index_en.cfm)*

### 1.4 Ambition

- Describe the advance your proposal would provide beyond the state-of-the-art, and the extent the proposed work is ambitious. Your answer could refer to the ground-breaking nature of the objectives, concepts involved, issues and problems to be addressed, and approaches and methods to be used.
- Describe the innovation potential which the proposal represents. Where relevant, refer to products and services already available on the market. Please refer to the results of any patent search carried out.

<sup>1</sup> The term 'project' used in this template equates to an 'action' in certain other Horizon 2020 documentation.

## 2. Impact

### 2.1 Expected impacts

**⚠** *Please be specific, and provide only information that applies to the proposal and its objectives. Wherever possible, use quantified indicators and targets.*

- Describe how your project will contribute to:
  - the expected impacts set out in the work programme, under the relevant topic;
  - improving innovation capacity and the integration of new knowledge
  - strengthening the competitiveness and growth of companies by developing innovations meeting the needs of European and global markets; and, where relevant, by delivering such innovations to the markets;
  - any other environmental and socially important impacts (if not already covered above).
- Describe any barriers/obstacles, and any framework conditions (such as regulation and standards), that may determine whether and to what extent the expected impacts will be achieved. (This should not include any risk factors concerning implementation, as covered in section 3.2.)

### 2.2 Measures to maximise impact

#### a) Dissemination and exploitation of results

- Provide a draft ‘plan for the dissemination and exploitation of the project’s results’ (unless the work programme topic explicitly states that such a plan is not required). For innovation actions describe a credible path to deliver the innovations to the market. The plan, which should be proportionate to the scale of the project, should contain measures to be implemented both during and after the project.

**⚠** *Dissemination and exploitation measures should address the full range of potential users and uses including research, commercial, investment, social, environmental, policy making, setting standards, skills and educational training.*

**⚠** *The approach to innovation should be as comprehensive as possible, and must be tailored to the specific technical, market and organisational issues to be addressed.*

- Explain how the proposed measures will help to achieve the expected impact of the project. Include a business plan where relevant.
- Where relevant, include information on how the participants will manage the research data generated and/or collected during the project, in particular addressing the following issues:<sup>2</sup>
  - What types of data will the project generate/collect?

<sup>2</sup> For further guidance on research data management, please refer to the H2020 Online Manual on the Participant Portal.

- What standards will be used?
- How will this data be exploited and/or shared/made accessible for verification and re-use? If data cannot be made available, explain why.
- How will this data be curated and preserved?

⚠ *You will need an appropriate consortium agreement to manage (amongst other things) the ownership and access to key knowledge (IPR, data etc.). Where relevant, these will allow you, collectively and individually, to pursue market opportunities arising from the project's results.*

⚠ *The appropriate structure of the consortium to support exploitation is addressed in section 3.3.*

- Outline the strategy for knowledge management and protection. Include measures to provide open access (free on-line access, such as the 'green' or 'gold' model) to peer-reviewed scientific publications which might result from the project<sup>3</sup>.

⚠ *Open access publishing (also called 'gold' open access) means that an article is immediately provided in open access mode by the scientific publisher. The associated costs are usually shifted away from readers, and instead (for example) to the university or research institute to which the researcher is affiliated, or to the funding agency supporting the research.*

⚠ *Self-archiving (also called 'green' open access) means that the published article or the final peer-reviewed manuscript is archived by the researcher - or a representative - in an online repository before, after or alongside its publication. Access to this article is often - but not necessarily - delayed ('embargo period'), as some scientific publishers may wish to recoup their investment by selling subscriptions and charging pay-per-download/view fees during an exclusivity period.*

#### b) Communication activities

- Describe the proposed communication measures for promoting the project and its findings during the period of the grant. Measures should be proportionate to the scale of the project, with clear objectives. They should be tailored to the needs of various audiences, including groups beyond the project's own community. Where relevant, include measures for public/societal engagement on issues related to the project.

### 3. Implementation

#### 3.1 Work plan — Work packages, deliverables and milestones

Please provide the following:

- brief presentation of the overall structure of the work plan;

<sup>3</sup> Open access must be granted to all scientific publications resulting from Horizon 2020 actions. Further guidance on open access is available in the H2020 Online Manual on the Participant Portal.

- timing of the different work packages and their components (Gantt chart or similar);
- detailed work description, i.e.:
  - a description of each work package (table 3.1a);
  - a list of work packages (table 3.1b);
  - a list of major deliverables (table 3.1c);
- graphical presentation of the components showing how they inter-relate (Pert chart or similar).

⚠ Give full details. Base your account on the logical structure of the project and the stages in which it is to be carried out. Include details of the resources to be allocated to each work package. The number of work packages should be proportionate to the scale and complexity of the project.

⚠ You should give enough detail in each work package to justify the proposed resources to be allocated and also quantified information so that progress can be monitored, including by the Commission.

⚠ You are advised to include a distinct work package on 'management' (see section 3.2) and to give due visibility in the work plan to 'dissemination and exploitation' and 'communication activities', either with distinct tasks or distinct work packages.

⚠ You will be required to include an updated (or confirmed) 'plan for the dissemination and exploitation of results' in both the periodic and final reports. (This does not apply to topics where a draft plan was not required.) This should include a record of activities related to dissemination and exploitation that have been undertaken and those still planned. A report of completed and planned communication activities will also be required.

⚠ If your project is taking part in the Pilot on Open Research Data<sup>4</sup>, you must include a 'data management plan' as a distinct deliverable within the first 6 months of the project. A template for such a plan is given in the guidelines on data management in the H2020 Online Manual. This deliverable will evolve during the lifetime of the project in order to present the status of the project's reflections on data management.

#### Definitions:

*'Work package'* means a major sub-division of the proposed project.

*'Deliverable'* means a distinct output of the project, meaningful in terms of the project's overall objectives and constituted by a report, a document, a technical diagram, a software etc.

*'Milestones'* means control points in the project that help to chart progress. Milestones may correspond to the completion of a key deliverable, allowing the next phase of the work to begin. They may also be needed at intermediary points so that, if problems have arisen, corrective measures can be taken. A milestone may be a critical decision point in the project where, for example, the consortium must decide which of several technologies to adopt for further development.

<sup>4</sup> Certain actions under Horizon 2020 participate in the 'Pilot on Open Research Data in Horizon 2020'. All other actions can participate on a voluntary basis to this pilot. Further guidance is available in the H2020 Online Manual on the Participant Portal.

### 3.2 Management structure and procedures

- Describe the organisational structure and the decision-making ( including a list of milestones (table 3.2a))
- Explain why the organisational structure and decision-making mechanisms are appropriate to the complexity and scale of the project.
- Describe, where relevant, how effective innovation management will be addressed in the management structure and work plan.

**⚠** *Innovation management is a process which requires an understanding of both market and technical problems, with a goal of successfully implementing appropriate creative ideas. A new or improved product, service or process is its typical output. It also allows a consortium to respond to an external or internal opportunity.*

- Describe any critical risks, relating to project implementation, that the stated project's objectives may not be achieved. Detail any risk mitigation measures. Please provide a table with critical risks identified and mitigating actions (table 3.2b)

### 3.3 Consortium as a whole

**⚠** *The individual members of the consortium are described in a separate section 4. There is no need to repeat that information here.*

- Describe the consortium. How will it match the project's objectives? How do the members complement one another (and cover the value chain, where appropriate)? In what way does each of them contribute to the project? How will they be able to work effectively together?
- If applicable, describe the industrial/commercial involvement in the project to ensure exploitation of the results and explain why this is consistent with and will help to achieve the specific measures which are proposed for exploitation of the results of the project (see section 2.2).
- **Other countries:** If one or more of the participants requesting EU funding is based in a country that is not automatically eligible for such funding (entities from Member States of the EU, from Associated Countries and from one of the countries in the exhaustive list included in [General Annex A of the work programme](#) are automatically eligible for EU funding), explain why the participation of the entity in question is essential to carrying out the project

### 3.4 Resources to be committed

**⚠** *Please make sure the information in this section matches the costs as stated in the budget table in section 3 of the administrative proposal forms, and the number of person/months, shown in the detailed work package descriptions.*

Please provide the following:

- a table showing number of person/months required (table 3.4a)
- a table showing 'other direct costs' (table 3.4b) for participants where those costs exceed 15% of the personnel costs (according to the budget table in section 3 of the administrative proposal forms)

**Table 3.1a: Work package description****For each work package:**

<b>Work package number</b>		<b>Start Date or Starting Event</b>					
<b>Work package title</b>							
<b>Participant number</b>							
<b>Short name of participant</b>							
<b>Person/months per participant:</b>							

<b>Objectives</b>
-------------------

<b>Description of work (where appropriate, broken down into tasks), lead partner and role of participants</b>
---

<b>Deliverables (brief description and month of delivery)</b>
---

[Proposal Acronym]

7

template v20150521

**Table 3.1b: List of work packages**

Work package No	Work Package Title	Lead Participant No	Lead Participant Short Name	Person-Months	Start Month	End month
				Total months		

[Proposal Acronym]

8

template v20150521

**Table 3.1c: List of Deliverables<sup>5</sup>**

Deliverable (number)	Deliverable name	Work package number	Short name of lead participant	Type	Dissemination level	Delivery date

**KEY**

*Deliverable numbers in order of delivery dates. Please use the numbering convention <WP number>.<number of deliverable within that WP>.*

*For example, deliverable 4.2 would be the second deliverable from work package 4.*

**Type:**

*Use one of the following codes:*

- R: Document, report (excluding the periodic and final reports)
- DEM: Demonstrator, pilot, prototype, plan designs
- DEC: Websites, patents filing, press & media actions, videos, etc.
- OTHER: Software, technical diagram, etc.

**Dissemination level:**

*Use one of the following codes:*

- PU = Public, fully open, e.g. web
- CO = Confidential, restricted under conditions set out in Model Grant Agreement
- CI = Classified, information as referred to in Commission Decision 2001/844/EC.

**Delivery date**

Measured in months from the project start date (month 1)

<sup>5</sup> If your action taking part in the Pilot on Open Research Data, you must include a data management plan as a distinct deliverable within the first 6 months of the project. This deliverable will evolve during the lifetime of the project in order to present the status of the project's reflections on data management. A template for such a plan is available on the Participant Portal (Guide on Data Management).

**Table 3.2a: List of milestones**

Milestone number	Milestone name	Related work package(s)	Estimated date	Means of verification

**KEY****Estimated date**

*Measured in months from the project start date (month 1)*

**Means of verification**

*Show how you will confirm that the milestone has been attained. Refer to indicators if appropriate. For example: a laboratory prototype that is 'up and running'; software released and validated by a user group; field survey complete and data quality validated.*

**Table 3.2b: Critical risks for implementation**

Description of risk	Work package(s) involved	Proposed risk-mitigation measures

**Table 3.4a: Summary of staff effort**

Please indicate the number of person/months over the whole duration of the planned work, for each work package, for each participant. Identify the work-package leader for each WP by showing the relevant person-month figure in bold.

	WPn	WPn+1	WPn+2	Total Person/ Months per Participant
Participant Number/Short Name				
ParticipantNumber/ Short Name				
Participant Number/ Short Name				
<b>Total Person/Months</b>				

**Table 3.4b: 'Other direct cost' items (travel, equipment, other goods and services, large research infrastructure)**

Please complete the table below for each participant if the sum of the costs for 'travel', 'equipment', and 'goods and services' exceeds 15% of the personnel costs for that participant (according to the budget table in section 3 of the proposal administrative forms).

Participant Number/Short Name	Cost (€)	Justification
Travel		
Equipment		
Other goods and services		
<b>Total</b>		

Please complete the table below for all participants that would like to declare costs of large research infrastructure under Article 6.2 of the General Model Agreement<sup>6</sup>, irrespective of the percentage of personnel costs. Please indicate (in the justification) if the beneficiary's methodology for declaring the costs for large research infrastructure has already been positively assessed by the Commission.

Participant Number/Short Name	Cost (€)	Justification
Large research infrastructure		

<sup>6</sup> Large research infrastructure means research infrastructure of a total value of at least EUR 20 million, for a beneficiary. More information and further guidance on the direct costing for the large research infrastructure is available in the H2020 Online Manual on the Participant Portal.

#### Section 4: Members of the consortium

**⚠** *This section is not covered by the page limit.*

**⚠** *The information provided here will be used to judge the operational capacity.*

##### 4.1. Participants (applicants)

Please provide, for each participant, the following (if available):

- a description of the legal entity and its main tasks, with an explanation of how its profile matches the tasks in the proposal;
- a curriculum vitae or description of the profile of the persons, including their gender, who will be primarily responsible for carrying out the proposed research and/or innovation activities;
- a list of up to 5 relevant publications, and/or products, services (including widely-used datasets or software), or other achievements relevant to the call content;
- a list of up to 5 relevant previous projects or activities, connected to the subject of this proposal;
- a description of any significant infrastructure and/or any major items of technical equipment, relevant to the proposed work;
- [any other supporting documents specified in the work programme for this call.]

##### 4.2. Third parties involved in the project (including use of third party resources)

*Please complete, for each participant, the following table (or simply state "No third parties involved", if applicable):*

Does the participant plan to subcontract certain tasks (please note that core tasks of the project should not be sub-contracted)	Y/N
<i>If yes, please describe and justify the tasks to be subcontracted</i>	
Does the participant envisage that part of its work is performed by linked third parties <sup>1</sup>	Y/N
<i>If yes, please describe the third party, the link of the participant to the third party, and describe and justify the foreseen tasks to be performed by the third party</i>	
Does the participant envisage the use of contributions in kind provided by third parties (Articles 11 and 12 of the General Model Grant Agreement)	Y/N
<i>If yes, please describe the third party and their contributions</i>	

<sup>1</sup> A third party that is an affiliated entity or has a legal link to a participant implying a collaboration not limited to the action. (Article 14 of the Model Grant Agreement).

[Proposal Acronym]

## Section 5: Ethics and Security

⚠ *This section is not covered by the page limit.*

### 5.1 Ethics

If you have entered any ethics issues in the ethical issue table in the administrative proposal forms, you must:

- submit an ethics self-assessment, which:
  - describes how the proposal meets the national legal and ethical requirements of the country or countries where the tasks raising ethical issues are to be carried out;
  - explains in detail how you intend to address the issues in the ethical issues table, in particular as regards:
    - research objectives (e.g. study of vulnerable populations, dual use, etc.)
    - research methodology (e.g. clinical trials, involvement of children and related consent procedures, protection of any data collected, etc.)
    - the potential impact of the research (e.g. dual use issues, environmental damage, stigmatisation of particular social groups, political or financial retaliation, benefit-sharing, malevolent use, etc.).
- provide the documents that you need under national law (if you already have them), e.g.:
  - an ethics committee opinion;
  - the document notifying activities raising ethical issues or authorising such activities

⚠ *If these documents are not in English, you must also submit an English summary of them (containing, if available, the conclusions of the committee or authority concerned).*

⚠ *If you plan to request these documents specifically for the project you are proposing, your request must contain an explicit reference to the project title.*

### 5.2 Security<sup>2</sup>

Please indicate if your project will involve:

- activities or results raising security issues: (YES/NO)
- 'EU-classified information' as background or results: (YES/NO)

<sup>2</sup> Article 37.1 of the Model Grant Agreement: *Before disclosing results of activities raising security issues to a third party (including affiliated entities), a beneficiary must inform the coordinator — which must request written approval from the Commission/Agency. Article 37.2: Activities related to 'classified deliverables' must comply with the 'security requirements' until they are declassified. Action tasks related to classified deliverables may not be subcontracted without prior explicit written approval from the Commission/Agency. The beneficiaries must inform the coordinator — which must immediately inform the Commission/Agency — of any changes in the security context and — if necessary — request for Annex 1 to be amended (see Article 55).*

[Proposal Acronym]

## Anexo I I: Carta de compromiso

### CARTA DE COMPROMISO

D/Dña. \_\_\_\_\_ con DNI/NIF \_\_\_\_\_ y

Domicilio en \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_, en relación al proyecto presentado a la convocatoria PHC-25-2015 del H2020: “Sistemas y servicios TIC avanzados para una asistencia integrada”.

### DECLARA

Se comprometo a formar parte del comité de expertos para el proyecto “Sistemas para el autocontrol y seguimiento de la tensión intraocular (SASTI)”, cuyo objetivo es la creación de un dispositivo doméstico capaz de medir la presión intraocular y enviar los datos obtenidos al historial médico para la realización de un seguimiento continuo.

Por lo tanto, las funciones principales que desarrollará será la de asesorar a los socios del consorcio en las tareas, aportar ideas para la creación del tonómetro, revisar los hitos y los entregables más importantes del proyecto y participar en congresos del ámbito oftalmológico.

Y para que así conste, firma la presente en \_\_\_\_\_, a \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20 \_\_\_\_

Fdo.: \_\_\_\_\_